

PAIKALLISKOETOIMISTON TIEDOTE N:o 15

---

Sylvi Soini:

- ESITUTKIMUS VILJOJEN KIVENNAISAINEPITOISUUKSISTA JA NIIHIN  
VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ VUOSINA 1970-74

Sylvi Soini

ESITUTKIMUS VILJOJEN KIVENNÄISAINEPITOISUUKSISTA JA NIIHIN VAIKUTTAVISTA  
TEKIJÖISTÄ VUOSINA 1970-74

	sivu
Tiivistelmä	1
Johdanto	3
Tutkimusaineisto	3
1. Esitutkimus viljalajien kivennäisainepitoisuuksista vuosina 1970-71	4
2. Eri tavoilla viljeltyjen viljojen kivennäisainepitoisuuksista vuosina 1971-74	5
2.1. Eräiden kevätvehnä-, ohra- ja kauralajikkeiden kivennäisainepitoisuudet eri typpitasoilla Maaningalla v. 1971	5
2.2. Eri viljelymenetelmillä tuotettujen eri viljalajien kivennäisainepitoisuuksia vuosina 1972-73	11
2.3. Korjuuajankohtien 9.8., 27.8., 14.9. ja kaliumtason vaikutus kevätvehnän kivennäisainepitoisuuksiin kaliumin nousevien määrien kokeessa Lapinjärvellä v. 1974	14
2.3.1. Eri korjuuajankohtien 9.8., 27.8. ja 14.9. vaikutus kevätvehnän kivennäisainepitoisuuksiin kaliumin nousevien määrien kokeessa vuonna 1974	14
2.3.2. Kevätvehnän kivennäisainepitoisuudet eri kaliumtasolla kaliumin nousevien määrien kokeessa korjattaessa eri aikoina 9.8., 27.8. ja 14.9. vuonna 1974	15
2.4. Ohran jyvien ja olkien kivennäisainepitoisuuksista kaliumin ja dolomiitin nousevien määrien kokeissa Kemiössä ja Närpiössä v. 1974	16
2.5. Kauran kivennäisainepitoisuuksista dolomiitin nousevien määrien kokeissa kolmella eri koepaikalla v. 1974	18
Kirjallisuutta	21
Kuvat	22-54

## Tiivistelmä

Tiedotteessa esitetyistä osatutkimuksista tehtyinä selvimpinä havaintoina voidaan mainita seuraavat:

1. Eri tavoin kerättyjä viljanäytteitä analysoimalla todettiin aluksi se, että ohran ja kauran jyvien piipitoisuus oli selvästi suurempi kuin muiden viljalajien, mutta se johtui jyvien erilaisesta rakenteesta ja siitä, että jyvät analysoitiin kuorineen. Ruis näyttäisi sisältävän vähemmän kalsiumia ja natriumia kuin muut viljat sekä runsaasti kaliumia. Kevätvehnässä oli natriumpitoisuus yleensä niukka ja kaurassa mangaanipitoisuus runsas.
- 2.1. Lisätyn typen vaikutus viljojen jyvien kivennäisainepitoisuuksiin Maaningalla suoritettussa kokeessa näkyi yhtenäisenä ja luotettavana vain ohran mangaanipitoisuuden alenemisessa. Kauralla näkyi piin, mangaanin ja sinkin pitoisuuksissa epäsäännöllisesti joidenkin koejäsenten välisiä merkitseviä eroja ja kevätvehnän kivennäisainepitoisuudet näyttivät typen lisäämisen takia muuttuneen vähiten.
- 2.2. Eri viljelymenetelmillä tuotettujen viljojen kivennäisainepitoisuuksissa oli ilmeisiä eroja, mutta aineisto ei riitä erojen luotettavuuden toteamiseen. Ainoastaan kaskirukiin korkea ja kaskiohran melko korkea mangaanipitoisuus sekä biologisesti tuotettujen viljojen korkeat kobolttipitoisuudet näyttävät tämän aineiston perusteella puoltavan luonnonmukaista viljelyä. Toinen huomionarvoinen seikka lienee kauran runsas nikkelpitoisuus.
- 2.3.1 Eri ajankohtina korjatussa nousevien kaliummäärien kokeessa useimpien kivennäisaineiden (Ca, K, P, Mg, Mn ja Zn) pitoisuudet kevätvehnän jyvissä laskivat sadon varsinaiseen korjuuajankohtaan tultaessa ja nousivat jälleen korjuun myöhästyessä. Muiden kivennäisaineiden ( $\text{SiO}_2$ , Fe, Na ja Cu) pitoisuuksien muutoksissa oli tosin huomattavasti samaa suuntausta, mutta toisaalta myös poikkeavia tuloksia. Oljissa pääravinteiden ( $\text{SiO}_2$ , Ca, K, P ja Mg) pitoisuudet useissa tapauksissa aluksi nousivat ja korjuun myöhästyessä laskivat ja muiden kivennäisaineiden (Mn, Fe, Na, Zn ja Cu) pitoisuudet taas aluksi laskivat ja sitten saattoivat nousta tai laskea edelleen kuten esim. Na-pitoisuudet.
- 2.3.2 Kaliumin lisääminen lannoitteena on 2.3. kokeessa hieman vähentänyt jyväsatoa ja sen vaikutus sadon kivennäisainepitoisuuksiin on ollut epäselvempi ja vähäisempi kuin korjuuajan vaikutus, mahdollisesti siksi, että koekentän kaliumpitoisuus oli fosforin suhteen korkea.

- 2.4. Kaliumia lisäämällä ohralle koekentällä, jossa kaliumia oli magnesiumin suhteen runsaasti, saatiin 50-150 kg/ha kaliumlisällä lievä sadonlisäys, mutta 200 kg K/ha jo alensi satoeroa. Kaliumin vaikutus sadon kivennäisainepitoisuuksiin oli vähäistä. Dolomiitin lisäys ohralle vähensi jyvien fosforia ja lisäsi sinkkiä, mutta erot olivat vähäisiä, mahdollisesti siksi, että koekentän ravinnesuhteet olivat hyvät. Erikoista näissä kahdessa kokeessa oli, että ohran olkien natriumpitoisuus liejusavimaalla oli lähes nelinkertainen hietamaalla kasvaneeseen verrattuna ja jyvien Na-pitoisuuskin oli selvästi suurempi.
- 2.5. Kolmessa dolomiitin nousevien määrien kokeessa kauralla on tarkasteltu dolomiitin vaikutusta eri satotasolla. Dolomiitin vaikutus sadon kivennäisainepitoisuuksiin näyttää jääneen vähäisemmäksi kuin satotason vaikutus. Korkeimmalla satotasolla ovat sadon fosfori- ja mangaanipitoisuudet korkeita ja alimmalla rauta- ja natriumpitoisuudet. Viljavuuslukujen suhteet ovat nähtävästi sopivimmat korkeimman satotason koekentällä. Eri-lainen pH-arvo ja maalaji olivat osatekijöinä alimmalla satotasolla, missä dolomiittilisäys sai aikaan selvää sadon määrän lisäystä, mutta vain lievää magnesiumin lisäystä ja muiden ravinnepitoisuuksien vaihtelevuutta tai vähenemistä.

Viljojen kivennäisainepitoisuuksiin vaikuttavina mahdollisina tekijöinä ovat näinollen esiintyneet viljalaji, maalaji, kasvinravinnepitoisuudet ja niiden keskinäiset suhteet maassa, satoluokka, korjuun ajankohta, viljelymenetelmät sekä maahan lannoitteina tai maanparannuksena annetut kasvinravinnemäärät.

## JOHDANTO

Kasvinviljelyn tehostuessa ja lannoitteiden käytön yleistyessä on olemassa vaara, että viljeltyt kasvit mukautuvat muuttuneisiin olosuhteisiin ja tuottavat erilaista satoa. Kasvi pyrkii tuottamaan siementä, jossa on kaikki tarvittavat kasvinravinnevarastot seuraavan kasvun alkamiseksi, mutta on mahdollista, että erilaisilla kasvualustoilla, eri kasvilajeilla ja lajikkeilla siementen varmuusvarastot muodostuvat erilaisiksi. Kun väkeväitysten pääravinneseoslannoitteiden käyttö yleistyi 1950-luvulla, alkoivat samalla hivenainepuutosilmiöt kasveissa tulla näkyviin. Kun 1960-luvun lopulla alkoi maan hivenainetilanteen muutos näkyä sekä eläinten että ihmisten terveyteen vaikuttavana tekijänä, aloitti maist. Helvi Marjanen vuonna 1970 Maatalouden tutkimuskeskuksen paikalliskoetoimiston ja isotooppilaboratorion yhteistyönä viljakasvien kivennäisainepitoisuuksien tutkimuksen, jota voitiin jatkaa vaihtelevien mahdollisuuksien mukaan aina vuoteen 1976, jolloin myönnetty määräraha siirrettiin toisiin tarkoituksiin.

## Tutkimusaineisto

Tutkimuksen perusaineiston muodostavat paikallisista viljoilla suoritetuista lannoituskokeista saadut satonäytteet. Vuonna 1970 saatiin Valtion Viljavarastolta analysoitavaksi useita viljanäyte-eriä. Vuonna 1971 tutkimukseen osallistuivat Pohjois-Savon ja Satakunnan koeasemat lähettämällä satonäytteitä muutamista kokeistaan. Vuosina 1971-72 osallistui tutkimukseen Hämeen koeasema järjestämällä pienen kaskan puolukkakankaalle niin, että analysoitavaksi saatiin kaskiohrea ja kaskiruista, joista analyysit tehtiin Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Samoihin aikoihin saatiin muutamia biologisesti viljeltyjä viljanäytteitä vertailua varten. Tulosten käsittely on lähes luettelomaista, sillä useissa tapauksissa maaperätiedot puuttuvat.

Tähänastinen viljojen kivennäisainetutkimus koostuu seuraavista osatutkimuksista:

1. Esitutkimus viljalajien kivennäisainepitoisuuksista
2. Eri tavoilla viljeltyjen viljojen kivennäisainepitoisuuksista vuosina 1971-74
  - 2.1. Eräiden kevätvehnä-, ohra- ja kauralajikkeiden kivennäisainepitoisuuksia eri typpitasoilla Pohjois-Savon koeasemalla v. 1971
  - 2.2. Eri viljelymenetelmillä tuotettujen eri viljalajien kivennäisainepitoisuuksia v. 1972-73
  - 2.3. Korjuuajankohtien 9.8., 27.8., 14.9. ja kaliumtason vaikutus

kevätvehnän jyvien ja olkien kivennäisainepitoisuuksiin kaliumin nousevien määrien kokeessa Lapinjärvellä v. 1974

- 2.4. Ohran jyvien ja olkien kivennäisainepitoisuuksia kaliumin ja dolomiitin nousevien määrien kokeissa Kemiön saarella ja Närpiössä v. 1974.
- 2.5. Kauran jyvien ja olkien kivennäisainepitoisuuksia dolomiitin nousevien määrien kokeissa eri koepaikoilla Kymen läänissä Vironlahdella ja Vaasan läänissä Närpiössä v. 1974.

## 1. Esitutkimus viljalajien kivennäisainepitoisuuksista vuosina 1970-71

Esitutkimuksena Suomessa viljeltyjen viljalajien kivennäisainepitoisuuksista analysoitiin Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa yksittäisiä paikalliskokeista saatuja kevätkuivä- ja kauranäytteitä, maanviljelysseuroittain yhdistettyjä ruisnäytteitä ja Valtion Viljavarastolta saatuja ohranäytteitä. Lisäksi analysoitiin samalla koepaikalla Satakunnan koeasemalla kasvaneet kevätkuivä-, kaura- ja ohranäytteet.

Näytteistä analysoitiin tuhka, pii ( $\text{SiO}_2$ ), kalsium (Ca), kalium (K), fosfori (P) ja magnesium (Mg) prosentteina (%), jyvien kuiva-ainesta sekä mangaani (Mn), rauta (Fe), natrium (Na), sinkki (Zn) ja kupari (Cu) milligrammoina kilossa (ppm) kuiva-ainetta. Kevätkuivä- ja kauranäytteistä määritettiin lisäksi nikkeli (Ni) ja koboltti (Co). Tulokset on esitetty piirroksissa 1: 1-5.

Yksittäisten paikalliskokeista saatujen kevätkuivä- ja kauranäytteiden kivennäisainepitoisuudet, kuvissa 1: 1 ja 2, näyttävät vaihtelevan melkoisesti. Sensijaan maanviljelysseuroittain yhdistetyissä ruisnäytteissä eri kivennäisaineiden pitoisuudet, kuvassa 1: 3, ovat joitakin poikkeuksia lukuunottamatta kunkin aineen suhteen lähes samaa suuruusluokkaa. Valtion Viljavarastolta saatujen ohranäytteiden kivennäisainepitoisuudet, kuvassa 1: 4, vaihtelevat niinkään varsin vähän.

Samalla koepaikalla Satakunnan koeasemalla kasvaneiden kevätkuivän, ohran ja kauran rinnakkaisnäytteiden kivennäisainepitoisuuksissa on jo keskenään pieniä eroja ja etenkin hivenaineiden suhteen ne poikkeavat aikaisemmin suoritettujen vastaavien määritysten keskiarvoista huomattavasti (kuva 1: 5). Eri viljalajien välisistä eroista selvältä näyttää vain ohran ja etenkin kauran runsas piipitoisuus, mikä johtuu niiden jyvien erilaisuuksista. Ruis näyttäisi sisältävän suhteessa vähän kalsiumia ja natriumia sekä runsaasti kaliumia. Ohrassa taas ovat sekä kalium- että natriumpitoisuudet huomattavan runsaita. Kevätkuivän ja kauran hivenainepitoisuudet näyttävät keskimääräisesti tasaisen

runsailta. Suhteellisesti on kuitenkin kevätvehnässä natriumia niukasti ja kaurassa mangaania runsaasti.

## 2. Eri tavoilla viljeltyjen viljojen kivennäisainepitoisuuksista vuosina 1971-74

Esitutkimuksessa havaittu yksittäisten viljanäytteiden kivennäisainepitoisuuksien huomattavan suuri hajonta yhdistettyjen näytteiden pitoisuuksien eroavuuksiin verrattuina antoi tukea olettamukselle, että erilaiset kasvuolosuhteet eri koekentillä ovat yhtenä syynä erilaisiin kivennäisainepitoisuuksiin.

Niiden tekijöiden tarkastelua varten, jotka mahdollisesti voisivat vaikuttaa viljojen kivennäisainepitoisuuksiin, analysoitiin vuosien 1971-74 aikana viljanäytteitä erilaisista kenttäkokeista ja eri tavoin lannoitetuilta viljelyksiltä.

Vuonna 1971 tutkittiin eräiden Maaningalla eri typpitasoilla kasvaneiden kevätvehnä-, ohra- ja kauralajikkeiden kivennäisainepitoisuuksia. Vuosina 1972-73 kerättiin analysoitaviksi eri viljelymenetelmillä tuotettujen eri viljalajien kivennäisainepitoisuuksia. Vuonna 1974 tutkittiin yhdestä paikalliskokeesta saaduista viljanäytteistä eri korjuuajankohtien ja kaliumtason vaikutusta kevätvehnän kivennäisainepitoisuuteen. Kahdesta eri paikalliskokeesta tutkittiin kaliumin ja dolomiitin nousevien määrien vaikutusta kauran jyvien ja olkien kivennäisainepitoisuuksiin sekä kahdesta dolomiitin nousevien määrien kokeesta tutkittiin ohran jyvien ja olkien kivennäisaineiden pitoisuuksia.

### 2.1. Eräiden kevätvehnä-, ohra- ja kauralajikkeiden kivennäisainepitoisuudet eri typpitasoilla Maaningalla v. 1971

Pohjois-Savon koeasemalla Maaningalla tutkittiin lisätyn typpilannoituksen vaikutusta kevätviljalajien ja lajikkeiden kivennäisainepitoisuuksiin lisäämällä kevätviljalajikkeiden näyteruutukenttään muutamia näyteruutuja, joille annettiin erilaisia typpimääriä seuraavasti:

Koejäsen	lannoitetyppeä N kg/ha
0	-
1	100
2	200
3	300

Kentän lannoitus oli superfosfaattia 400 kg/ha (P 8,8 %), 60 % kalisuolaa 200 kg/ha, oulunsalpietaria 400, 800 ja 1200 kg/ha (N 25 %) sekä lannoitebo-

raattia 15 kg/ha (B 14 %). Koeruutujen koko oli 10,69 m<sup>2</sup>, ilman kerranteita.

Havaintokentän maalaji oli karkea hieta, viljavuusluvut olivat: pH 6,00/5,95, Ca 1400, K 200, P 35 ja Mg 120 mg/l.

Koekasvina olivat kevätvehnälajikkeet Apu, Timantti ja Ruso, ohralajikkeet Otra, Pirkka ja Paavo sekä kauralajikkeet Nip, Hannes ja Ryhti.

Kylvö ja typpilannoitus sijoittaen suoritettiin 25.5. sekä korjuu leikkuupuumurilla 11.9. Jyvänäytteistä analysoitiin Isotooppilaboratoriossa tuhka, pii (SiO<sub>2</sub>), kalsium (Ca), kalium (K), magnesium (Mg), mangaani (Mn), rauta (Fe), natrium (Na), sinkki (Zn) ja kupari (Cu) ja analyysitulokset on esitetty taulukoissa 2.1.: 1-3 ja kuvissa 2.1.: 1-4.

#### Kevätvehnälajikkeet

Kuvan 2.1.: 1 mukaan näyttävät kevätvehnälajikkeiden kivennäisainepitoisuudet eri typpitasoilla vaihtelevan vain vähän ja epäsäännöllisesti. Lievää tuhka-, pii- ja magnesiumpitoisuuksien lisääntymistä on havaittavissa Apu-vehnällä typpeä lisätessä. Kaliummäärä on ensimmäisellä typpilisällä noussut ja sitten vähentynyt. Rautapitoisuus on pienimmän typpilannoituksen johdosta alentunut ja lisäysten vaikutus on ollut vähäinen.

Timantti-keväthehnällä on lisätty typpi alentanut kalsiumin ja kuparin määriä, mutta kalium- ja sinkkipitoisuudet ovat hieman nousseet. Tuhka- ja mangaanipitoisuudet ovat ensimmäisellä lisäyksellä nousseet ja seuraavilla alentuneet. Fosforipitoisuus on kahdella ensimmäisellä typpilisällä noussut ja viimeisellä alentunut.

Ruso-keväthehnällä näyttää suurin lisäys alentaneen useimpien kivennäisaineiden pitoisuuksia ja pienemmät typpimäärät ovat lisänneet niitä. Ainoastaan kaliumpitoisuus on alentunut kahdella pienemmällä typpilisällä ja vasta suurimmalla lisääntynyt. FLEMINGin ym. (1978) kokeissa lisätty typpi heikensi myös lisätyn natriumseleniitin nousua satoon.

#### Ohra-lajikkeet

Otra-ohralla (kuva 2.1.: 2) on typpilannoitteen lisääminen vähentänyt piipitoisuutta, kalsium- ja kaliumpitoisuudet ovat pysyneet lähes vakioina ja muut määrätetyt pitoisuudet ovat nousseet jonkin verran. Ainoastaan natrium- ja kuparipitoisuudet ovat hieman alentuneet suurimman typpilannoitemäärän vuoksi.

Pirkka-ohralla typpilannoitusten vaikutukset ovat olleet pääpiirteiltään



samat kuin Otra-ohralla. Ainoastaan rautamäärä on korkeimmalla typpitasolla noussut jopa yli kaksinkertaiseksi.

Paavo-ohralla on typpilannoitus vaikuttanut kivennäisainepitoisuuksiin vain vähän ja muutamissa tapauksissa eri tavalla kuin muilla ohralajikkeilla. Esimerkiksi kaliumpitoisuus on lisääntynyt. Fosfori- ja magnesiumpitoisuudet ovat pysyneet jokseenkin samoina. Raudan ja natriumin pitoisuudet ovat lievästi alentuneet.

#### Kauralajikkeet

Kuvan 2.1.:3 perusteella näyttäisivät Nip-kauralla piin ja raudan pitoisuudet alentuneen lisätyn typpilannoituksen vaikutuksesta. Kaliumin, mangaanin ja sinkin pitoisuudet ovat pienimmällä typpimäärällä hieman alentuneet, mutta nousseet jälleen typpeä lisättäessä.

Hannes-kauralla ovat piin ja fosforin pitoisuudet alentuneet ja kalsiumpitoisuus hieman kohonnut. Sillä on toiseksi suurin typpimäärä aiheuttanut poikkeuksellisen suuren raudan ja natriumin pitoisuuksien nousun mutta samalla sinkkipitoisuuden alenemisen. Suurin typen lisäys taas on nostanut sinkkipitoisuutta, mutta samalla palauttanut alentuneen mangaanipitoisuuden lähes lähtölukemiin.

Ryhti-kauralla on ainoastaan piipitoisuus lievästi alentunut. Sinkkipitoisuuskin tosin on alentunut, mutta suurimmalla typpimäärällä se on noussut. Kalium, fosfori, mangaani ja rautapitoisuudet ovat ensimmäisellä typpilisällä vähän alentuneet, mutta sen jälkeen nousseet, kun taas natriumpitoisuus on aluksi noussut, mutta suurimmalla typpilisällä alentunut.

#### Kevätviljalajien keskinäinen vertailu

Kolmen lajikkeen keskiarvoina lasketut eri kevätiljalajien kivennäisainepitoisuudet (kuva 2.1.: 4) näyttävät vaihtelevan vähemmän kuin lajikkeittaiset pitoisuudet eri typpilannoitustasoilla Maaningalla suoritettussa kokeessa.

Piipitoisuus nousee hieman kevätvehnällä, mutta laskee sekä ohralla että kauralla typpeä lisättäessä.

Kalsiumpitoisuus näyttäisi ainoastaan kauralla hieman nousevan typpilannoituksella. Kaliumpitoisuus nousee hieman kaikilla kevätiljoilla typpeä lisättäessä, mutta se on kevätvehnällä kuitenkin korkeimmillaan ilman typpeä. Fosfori- ja mangaanipitoisuudet kevätvehnällä ensin nousevat ja sitten laskevat typpeä

lisättäessä kauralla ovat muutokset lähes päinvastaisia ja ohralla fosfori- ja mangaanipitoisuudet nousevat. Kevätvehnällä ja ohralla magnesiummäärät ovat hieman korkeampia typpeä saaneilla kuin ilman typpeä ja kauralla ylin typpimäärä on alentanut magnesiummäärää. Rauta ja kuparipitoisuudet kevätvehnällä laskevat lievästi typpeä lisättäessä, ohralla ne nousevat ja kauralla pysyvät jokseenkin samoina. Natriumpitoisuus kauralla nousee aluksi, mutta laskee suurimmalla typpimäärällä ja muilla se ei sanottavasti muutu. Sinkkipitoisuus kevätvehnällä ja ohralla nousee typpeä lisättäessä, mutta kevätvehnällä se hieman alenee suuremmilla typpimäärillä ja kauralla taas vain suurin typpimäärä on lisännyt jyvien sinkkipitoisuutta, kun pienemmät typpimäärät ovat sitä vähentäneet.

Verrattaessa toisiinsa eri kevätviljalajien kivennäisainepitoisuuksia sinänsä (kuva 2.1.: 4) todetaan selvimpänä erona se, että kevätvehnän piipitoisuus on vajaa kymmenesosa ohran piipitoisuudesta ja tämä taas on vain puolet kauran piipitoisuudesta. Nämä erot johtuvat kuitenkin lähinnä siitä, että kaikki viljat, siis myös ohrat ja kaurat on analysoitu vain puituina ja lajiteltuina. Vehnällä ja ohralla kalsiumpitoisuudet ovat yhtäsuuret, mutta kauralla lähes kaksinkertainen. Kalium-, fosfori- ja magnesiumpitoisuudet ovat kaikilla kevätviljoilla toisiinsa verrattuna samaa suuruusluokkaa, ainoastaan kauralla on fosforipitoisuus hieman pienempi kuin muilla ja vehnällä magnesiumpitoisuus vähän suurempi kuin muilla.

Mangaanipitoisuudet vehnällä ja kauralla ovat samaa suuruusluokkaa, mutta ohralla noin puolet siitä. Rautapitoisuus on ohralla hieman suurempi kuin muilla kevätviljoilla. Natriumpitoisuus on ohralla lähes neljä kertaa vehnän natriumpitoisuus, mutta vain vähän suurempi kuin typpilannoitusta saaneella kauralla. Sinkkipitoisuudet ovat kaikilla kevätviljoilla olleet tällä koekentällä samaa suuruusluokkaa kuitenkin siten, että vehnällä sinkkipitoisuus on suurin ja kauralla pienin. Kuparipitoisuus taas on ohralla suurin ja kauralla pienin.

Ihmisten ja eläinten ravitsemuksen kannalta ovat huomioitavia kivennäisainepitoisuuksia kevätvehnän magnesium, ohran kupari, kauran kalsium sekä vehnän ja kauran mangaanipitoisuudet. Lisäksi on merkitystä kauran suhteellisen edullisilla kalsium/fosfori- ja mangaani/sinkkisuhteilla.

Typpilannoituksen vaikutukset eri viljoilla eri kivennäisaineiden pitoisuuksiin ovat tällä havaintokentällä olleet melko vähäisiä. Maan pääravinnesuhteet ovat olleet lähes oikeat,  $\text{Ca/Mg} = 11,6$ ,  $\text{Mg/K} = 0,6$  ja  $\text{K/P} = 5,7$ , joten vain magnesiumin määrä on ollut hieman alhainen muihin pääravinteisiin verrattuna

(MARJANEN 1975). Maan pH lienee ollut hieman liian korkea kasvien mangaanin saannille, joten lisätyn runsaan typen pH:ta alentava vaikutus (SILLANPÄÄ & RINNE 1975) on saattanut lisätä viljakasvien mangaanin ottoa. Muiden hivenaineiden saantitilanne lienee ollut jossain määrin epätasainen, mikä on tullut näkyviin etenkin kauralajikkeilla.

Typpitason vaikutuksen tilastollinen merkitsevyys eräiden kivennäisaineiden pitoisuuksiin vaikuttavana tekijänä kevätiljoilla on tässä kokeessa todettavissa vain muutamissa tapauksissa.

Vaikka kevätiljalajikkeiden väliset kivennäisainepitoisuuksien erot eri typpitasoilla ovat ilmeisiä, niin ne ovat kuitenkin vähäisempiä kuin varsinaiset viljalajien kivennäisainepitoisuuksien väliset erot. Tästä syystä tutkittiin typpitason merkitystä eri kivennäisaineiden pitoisuuksia muuttavana tekijänä kevätiljoilla varianssianalyysillä käyttäen kolmea eri lajiketta viljalajeittain kerranteina ja saadut F-arvot on esitetty taulukossa 2.1.: 1.

Taulukko 2.1: 1. Typpitason merkitys eräiden kivennäisaineiden pitoisuuksiin vaikuttavana tekijänä kevätiljoilla.

Kivennäisaine muuttuja	Kevätvehnä F-arvo	Ohra F-arvo	Kaura F-arvo
Kosteus ( $H_2O$ )	.31	.12	.54
tuhka (ash)	.48	2.87	2.12
Pii ( $SiO_2$ )	.76	2.52	10.30 <sup>**</sup>
Kalsium (Ca)	.40	1.19	3.72
Kalium (K)	3.35	.18	.17
Fosfori (P)	2.73	.85	.53
Magnesium (Mg)	2.22	.27	2.93
Mangaani (Mn)	2.80	29.80 <sup>***</sup>	7.73 <sup>**</sup>
Rauta (Fe)	1.09	1.25	.38
Natrium (Na)	1.39	.09	1.50
Sinkki (Zn)	2.25	2.19	49.61 <sup>***</sup>
Kupari (Cu)	.09	1.82	3.68

\*\* = merkitseviä eroja 99 % luotettavuudella

\*\*\* = merkitseviä eroja 99.9 % luotettavuudella

(LINDLEY & MILLER 1953)

F-arvoista näkyy, että lisätyn typen vaikutus on ollut vaihtelevaa sekä eri kevätiljalajeilla että eri kivennäisaineiden pitoisuuksiin.

Huolimatta aineiston niukkuudesta tarkasteltavien asioiden määrään verrattuna on aineistossa kuitenkin havaittavissa ilmeistä lisätyn typen vaikutusta ja muutamia typpilannoitustasosta johtuvia merkitseviäkin eroja, jotka on lähemmin esitetty taulukossa 2.1.: 2.

Taulukko 2.1.: 2. Merkitseviä eroja kevätiljajien kivennäisainepitoisuuksissa eri typpilannoitustasoilla. Studentized Range arvot niissä tapauksissa, joissa on merkitseviä eroja eri koejäsenten 0, 100, 200 ja 300 kg N/ha välillä

	0 - 100N	0 - 200N	0 - 300N	100N - 300N	200N - 300N
Ohra					
mangaani (Mn)	- 6.34 <sup>xx</sup>	- 8.41 <sup>xx</sup>	-13.17 <sup>xx</sup>	- 6.82 <sup>xx</sup>	- 4.76 <sup>x</sup>
Kaura					
pii (SiO <sub>2</sub> )		+ 5.02 <sup>x</sup>	+ 7.75 <sup>xx</sup>		
mangaani (Mn)				- 5.17 <sup>x</sup>	
sinkki (Zn)		+ 4.71 <sup>x</sup>	-10.55 <sup>xx</sup>	-14.56 <sup>xx</sup>	-15.27 <sup>xx</sup>

x = 95 % luotettavuus

xx = 99 % luotettavuus

(MAY 1952)

Kevätvehnä näyttäisi parhaiten kestäneen lisätystä tyydestä johtuvaa jyvän kivennäisainepitoisuutta muuttavaa vaikutusta, ainoastaan kaliumpitoisuuksien erot olivat lähes merkitseviä.

Ohralla lisätty typpi on erittäin merkitsevästi lisännyt mangaanipitoisuutta. Erot eivät ole suuria, mutta ne ovat olleet kaikilla kolmella ohralajikkeella samansuuntaisia. Kauran kivennäisainesisältö näyttää lisätyn typen vaikutuksesta muuttuneen herkimmin. Kuitenkin ainoastaan piidioksidipitoisuuteen sen vaikutus on ollut yhtenäisesti alentava. Sensijaan mangaanipitoisuus on ollut korkein ilman typpilannoitusta, mutta noussut kuitenkin alimmasta pitoisuudesta typen annostusta lisättäessä. Sinkkipitoisuus on aluksi vähentynyt tyyppiä lisättäessä, mutta suurimmalla typpimäärällä noussut korkeimmilleen.

Jos tarkastellaan yksinomaan näitä merkitseviksi todettuja typen vaikutuksia yksittäisten ravinteitten määriin, voidaan ajatella lisätyn typen vaikuttaneen jopa edullisesti kevätiljajien kivennäisainekoostumukseen. Tämän vuoksi on taulukossa 2.1.: 3. tarkasteltu lisätyn typen vaikutusta mangaanin ja sinkin pitoisuuksien keskiarvoihin.

Taulukko 2.1.: 3. Lisätyn typpilannoituksen vaikutus mangaani- ja sinkkipitoisuuksiin eri kevätviljoissa.

Typeä kg/ha	Kevätvehnä			Ohra			Kaura		
	Mn	Zn	Mn-Zn	Mn	Zn	Mn-Zn	Mn	Zn	Mn-Zn
0	35,7	35,4	+0,2	13,3	32,3	-18,9	39,9	34,1	+5,7
100	44,6	47,9	-3,3	16,0	44,0	-28,0	30,3	30,3	+0,0
200	43,8	43,4	+0,4	16,9	39,4	-22,5	33,5	29,7	+3,9
300	41,1	42,5	-1,4	18,9	46,7	-27,8	38,6	44,1	-5,5

Kevätvehnä, jonka mangaanipitoisuus MARJASEN (1980) mukaan tiloilla, joilla ei ole ollut ihmisillä syöpää, on ollut selvästi korkeampi kuin sinkkipitoisuus, on tässä kokeessa ollut alunperin vain hivenen mangaanivoittoista ja lisätty typpi näyttää lisänneen sinkkipitoisuutta vielä hivenen enemmän kuin mangaanipitoisuutta. Ohralla merkitsevä mangaanipitoisuuden lisääntyminen ei suinkaan ole parantanut ohran huonoa mangaani-sinkkisuhdetta, sillä sinkkipitoisuus on lisääntynyt vielä enemmän lisätyn typen vaikutuksesta kuin mangaanipitoisuus. Kauralla taas on etenkin suurin typpilisäys vaikuttanut jopa merkitsevästi sinkkipitoisuutta lisäävästi ja samalla on kauran yleensä edullinen mangaanipitoisuus jäänyt jopa sinkkipitoisuutta alemmaksi.

Yhteenvedon voidaan sanoa, että typpilannoituksen lisäämisen on todettu merkitsevästi vaikuttaneen eräiden kevätviljojen kivennäisaineiden pitoisuuksiin. Lisätyn typen vaikutus on ollut merkitsevä ohralla mangaanipitoisuuteen ja kauralla joihinkin pii-, mangaani- ja sinkkipitoisuuksiin. Etenkin suurten typpimäärien mangaanin ottoa lisäävä vaikutus on saattanut johtua välillisesti typen pH:ta alentavasta vaikutuksesta.

Aineiston vähyyden vuoksi tutkimus olisi uusittava useampina kerranteina siten, että samalla voitaisiin tutkia muutoksia eri kivennäisaineiden suhteissa ja erilaisten maaperätekijöiden vallitessa ja siten, että myös maaperän hivenainetilanne voitaisiin ottaa huomioon.

## 2.2. Eri viljelymenetelmillä tuotettujen eri viljalajien kivennäisainepitoisuuksia vuosina 1972-73

Erilaisten viljelymenetelmien vaikutusta eri viljakasvien vehnän, rukiin, ohran ja kauran kivennäisainepitoisuuksiin tarkasteltiin analysoimalla eri menetelmillä tuotettuja viljanäytteitä. Kevätvehnää, ruista, kauraa ja ohraa saatiin analyysiin sekä ns. biologisen viljelyn tiloilta että tavanomaisesti väkilannoitteil-

la lannoitettuilta pelloilta. Kaksi biologisesti viljeltyä kevätvehnänäytettä oli tuotu vertailun vuoksi Ruotsista. Ohraa ja kauraa saatiin myös biodynaamisesti viljellyiltä tiloilta. Hämeen koeasemalla raivattiin vertailun vuoksi pieni kaski, jossa viljeltiin ruista ja ohraa analysoitavaksi ja niistä analysoitiin myös oljet. Syysvehnää saatiin analysoitavaksi vain tavanomaisesti väkilannoitteita käyttäen tuotettuna.

Analyysitulokset on esitetty kuvissa 2.2.: 1-5. Niissä esiintyy selvänä yksittäisnäytteille ominaista vaihtelevuutta, mutta samalla saadaan joitakin viitteitä viljelymenetelmän mahdollisesta vaikutuksesta. Ohran ja kauran korkeat piipitoisuudet ovat väkilannoiteviljelyssä vielä hieman suurempia kuin muilla menetelmillä viljeltäessä.

Kalsiumpitoisuus on kevätvehnällä biologisesti viljeltynä vaihteleva ja suu-  
rehko verrattuna väkilannoitteilla tuotetun kevätvehnän kalsiumpitoisuuteen. Ohran ja kauran kalsiumpitoisuudet ovat sensijaan väkilannoitteilla tuotetuissa näytteissä suhteellisen suuria.

Kaliumpitoisuudet ovat yleensä vaihtelevia ja vain joissakin tapauksissa väkilannoitteilla tuotetuissa näytteissä huomattavan korkeita.

Fosforipitoisuudet ovat vähemmän vaihtelevia, mutta ne ovat hieman suurehkoja biologisesti viljellyssä kevätvehnässä ja biodynaamisesti viljellyssä ohrassa ja kaurassa.

Magnesiumpitoisuudet ovat varsin samaa suuruusluokkaa eri viljelymenetelmillä tuotetuissa viljoissa.

Mangaanipitoisuudet vaihtelevat ja erikoisesti kiintyy huomio kaskiviljelyllä tuotettujen rukiin ja ohran korkeisiin mangaanipitoisuuksiin.

Rautapitoisuuksien vaihtelu osoittaa joitakin korkeita pitoisuuksia väkilannoitteilla tuotetuissa viljoissa, mutta myös kaskirukiissa ja kaskiohrassa.

Natriumpitoisuuksien vaihtelut ovat lähes samantyyppisiä eri viljelymenetelmillä tuotetuilla viljoilla. Ainoastaan ohrassa esiintyy pari muista viljalajeista poikkeavan korkeaa natriumpitoisuutta ja syysviljojen natriumpitoisuudet ovat yleisesti alhaisia.

Sinkkipitoisuuden vaihtelut ovat vähäisiä. Ohrassa ja kaurassa on biodynaamisesti tuotettuna ollut suurempi sinkkipitoisuus kuin kaskiohrassa ja biologisesti viljellyssä kaurassa.

Kuparipitoisuudet ovat kevätvehnällä väkilannoiteviljelyssä vähäisiä, mutta kauralla ja etenkin ohralla runsaita.

Molybdeenipitoisuus on huomattavan runsas biologisesti viljellyssä ruotsalaisessa kevätvehnässä, mutta taas huomattavan niukka biologisesti viljellyssä syysrukiissa. Kaikista näytteistä ei ole molybdeenin analyysituloksia.

Strontiumin ja lyijyn pitoisuudet ovat vaihtelevia, mutta eivät selvästi minään viljelymenetelmän eikä kasvilajin mukaan poikkeavia.

Nikkelipitoisuus oli korkein kaurassa, sen jälkeen ohrassa ja yleensä vähäinen kevät- ja syysvehnässä sekä rukiissa. Kauran korkea nikkelipitoisuus näkyy myös VAROn ym. (1980) tutkimuksissa. RIBAS OZONAS ym. (1980) ovat todenneet, että nikkeli voi olla tärkeä sokeritautisille.

Rikkipitoisuudet ovat kaikissa näytteissä lähes samaa suuruusluokkaa, samoin seleenipitoisuudet, jotka ovat erittäin alhaisia.

Ainoastaan kobolttipitoisuudet ovat jääneet vähäisiksi väkilannoitteilla viljellyissä viljoissa muilla tavoilla tuotettujen viljojen vastaaviin pitoisuuksiin verrattuina ja etenkin ruotsalaisissa biologisesti viljellyissä kevätvehnissä oli runsaasti kobolttia.

Kun otetaan huomioon, että mangaanipitoisuus oli erittäin korkea kaskirukiissa sekä melko korkea kaskiohrassa, jossa samalla on erittäin matala sinkkipitoisuus, niin ainakin näiden kahden viljan viljely kyseisessä kaskessa on tuottanut näiden hivenaineiden suhteen ns. terveellistä satoa verrattuna muihin viljelymenetelmiin. Kun kobolttipitoisuus viljassa on yhteydessä viljan B<sub>12</sub>-vitamiinin määrään, jonka aineosa se on, niin voidaan ajatella, että alhaista kobolttipitoisuutta mahdollisesti aiheuttava väkilannoiteviljely olisi tässä suhteessa ollut epäedullisempaa kuin muut viljelymenetelmät.

Kaskirukiin ja kaskiohran oljista on mukana muutamia analyysejä. Rukiin olkien piipitoisuus on noin 29 kertaa jyvien piipitoisuus. Kalsiumpitoisuus on rukiin oljissa noin 3 1/2 kertaa ja ohran oljissa 7 kertaa jyvien kalsiumpitoisuus. Kaliumpitoisuudet ovat sekä rukiin että ohran oljissa kaksinkertaiset jyvien kaliumpitoisuuksiin verrattuina. Fosfori-, magnesium- ja rautapitoisuudet ovat

kaskirukiin ja kaskiohnan oljissa olleet hieman pienempiä kuin niiden jyvissä. Olkien mangaanipitoisuudet sensijaan ovat hieman suurempia kuin vastaavien jyvien.

### 2.3. Korjuuajankohtien 9.8., 27.8., 14.9. ja kaliumtason vaikutus kevätvehnän kivennäisainepitoisuuksiin kaliumin nousevien määrien kokeessa Lapinjärvellä v. 1974

Keski-Uudellamaalla Lapinjärven pitäjässä v. 1974 järjestetystä kalilannoitteen nousevien määrien kokeesta suoritettiin sadon korjuu kolmena eri ajankohtana 9.8., 27.8. ja 14.9. Kivennäisaineet analysoitiin isotooppilaboratoriossa joka korjuuvaiheesta erikseen sekä jyvistä että oljista.

Koekenttä oli salaojitetulla hiesuisella aitosavella, viljavuusluvut: pH 5,64, Ca 1640, K 240, P 4,2 ja Mg 510 mg/l maata ja koekaava oli seuraava:

Koekaava		lannoitus kg/ha		
		P	N	K
a	PN	35	50	-
b	PNK	35	50	50
c	PN2K	35	50	100
d	PN3K	35	50	150
e	PN4K	35	50	200

Lannoitteina käytettiin superfosfaattia 400 kg/ha (8,8 % P), oolunsalpietaria 200 kg/ha (12,5 %  $\text{NO}_3\text{-N}$  ja 12,5 %  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) ja 60 % kalisuolaa 100, 200, 300 ja 400 kg/ha (49,8 % K). Ruutukoko 50 m<sup>2</sup>, kerranteita oli 4 ja koekasvina kevätvehnälajike Ruso.

Satotulokset viimeisen korjuun perusteella sekä jyvien ja olkien analyysit kaikista eri korjuuvaiheista on esitetty kuvissa 2.3.2: 1-4.

#### 2.3.1 Eri korjuuajankohtien 9.8., 27.8. ja 14.9. vaikutus kevätvehnän kivennäisainepitoisuuksiin kaliumin nousevien määrien kokeessa vuonna 1974 (kuvat 2.3.1: 1-11)

Kevätvehnän jyväsadossa kasvien pääravinteiden Ca, K, P ja Mg pitoisuudet vaihtelivat varsin vähän eri ajankohtina eri kalilannoitustasoilla. Niiden aleneminen varhaisesta korjuusta normaaliin korjuu-aikaan ja lisääntyminen uudelleen myöhästyessä oli varsin säännöllistä. Korjuun myöhästyessä fosforin ja kaliumin pitoisuudet palaavat lähes samaan kuin aikaisiin korjattaessa, mutta kalsiumin



ja magnesiumin pitoisuudet nousevat vähemmän. Mangaani- ja sinkkipitoisuudet vaihtelivat samaan tapaan, mutta epätasaisemmin eri kaliumtasoilla. Jyväskylän tuhka-, pii-, mangaani- ja rautapitoisuuksien aleneminen varhaisesta korjuuajasta normaaliin oli suhteellisen vähäistä ja joissakin tapauksissa on pitoisuus suorastaan lisääntynyt. Korjuun myöhästyminen taas on vaikuttanut vaihtelevasti. Korjuun tapahtuessa myöhään ovat joissakin tapauksissa runsaasti kaliumia saaneiden koejäsenten pitoisuudet nousseet varsin paljon, mutta vähiten kaliumia saaneen koejäsenen tuhkan ja eniten kaliumia saaneen koejäsenen raudan pitoisuudet ovat alentuneet. Natriumin ja kuparin määrät jyväskylässä näyttävät vaihtelevan pääasiassa samaan tapaan ensin aleten ja lopuksi nousten, mutta jotenkin epäsäännöllisesti, sillä eräitä määriä kaliumia saaneitten koejäsenten natrium- ja kuparipitoisuudet jyvissä alenevat toisen ja viimeisen korjuun välillä, vaikka muiden nousevat. Ensimmäisen ja toisen korjuun välillä natriumpitoisuus nousee 3 kaliummannosta saaneella koejäsenellä ja kuparipitoisuus nousee ilman kaliumia jätetyllä koejäsenellä. Koe suoritettiin vain yhtenä vuotena ja tasaisin aikavälein, joten tulokset eivät ole suoraan verrattavissa LALLUKAN (1970) tuloksiin eri tuleentumisasteilta.

Samasta kokeesta määritetyt jyväskylän vastaavien olkien pääravinteiden  $\text{SiO}_2$ -, Ca-, K- ja Mg-pitoisuudet vaihtelivat pääasiassa, kuten on oletettavissa, päinvastoin kuin jyväskylän pitoisuudet aluksi nousten ja sitten alentuessa, mutta vaihtelu on säännöllistä vain kaliumin suhteen. Muiden kivennäisaineiden (Mn, Fe, Na, Zn ja Cu) pitoisuudet oljissa yleensä vähenevät viljan tuleentuessa ja joissakin tapauksissa vielä sen jälkeenkin esim. Zn, mutta useimmiten sen jälkeen nousevat.

2.3.2. Kevätvehnän kivennäisainepitoisuudet eri kaliumtasoilla kaliumin nousvien määrien kokeessa korjattaessa eri aikoina 9.8., 27.8. ja 14.9. vuonna 1974 (kuvat 2.3.2: 1-4).

Kevätvehnän satotulokset ovat tässä kokeessa olleet samaa suuruusluokkaa kuin Timantti-kevätsvehnällä Maaningalla 1971 ja useimmat kivennäisainepitoisuudet samoin. Pii-, kalsium- ja magnesiumipitoisuudet ovat kevätsvehnän jyvissä olleet hieman pienempiä kuin ohrassa, mangaani- ja sinkkipitoisuudet sensijaan vähän suurempia.

Lisätyn kaliumin vaikutus näkyy kevätsvehnällä vähäisenä jyväskylän alenemisena sekä aikaisin (9.8.) korjatun sadon fosfori-, mangaani- ja rautapitoisuudet ovat hieman korkeampia. Myöhemmin (27.8.) korjatun sadon kivennäisainepitoisuuksissa ei ole selviä keskinäisiä eroja eri kaliummääriä saaneissa koejäsenissä. Viimeisen niiton ajankohtana lisätty kalium näyttäisi hieman lisän-

neen jyväsadon piipitoisuutta, vähentäneen koko sadon natrium- ja kuparipitoisuuksia sekä vähentäneen rautapitoisuutta jyvissä, mutta lisänneen sitä oljissa. Näissä lisäyksissä ja vähennyksissäkin on siinä määrin säännöttömyyttä, että tarvittaisiin useampia kokeita selvittämään, onko varsinaisena syynä ollut kaliumlisän antaminen vai jokin muu tekijä. On mahdollista, että mineraalipitoisuuksien epäsäännöllisyyteen on osaksi syynä maan pääravinteiden virheelliset suhteet; kalsiumia on magnesiumiin verrattuna liian vähän ( $\text{Ca/Mg}=3,2$ ) ja kaliumia on maan fosforipitoisuuteen verrattuna liian paljon ( $\text{K/P}=57$ ) (MARJANEN 1975). Lisäksi viimeisen korjuuajankohdan sato ei ole ollut puhdasta.

KOZAK ja TARKOWSKI (1979) ovat Puolassa tutkineet sekä vehnän että rukiin kivennäisainepitoisuuksia kuudessa eri kasvuvaiheessa ja todenneet, että hivenainepitoisuudet olivat korkeimmillaan tähkälletulon alussa ja siitä 2 viikkoa, vehnässä oli enemmän rautaa ja rukiissa kuparia, mutta rauta/mangaanisuhde oli rukiissa korkeampi kuin vehnässä.

#### 2.4. Ohran jyvien ja olkien kivennäisainepitoisuuksista kaliumin ja dolomiitin nousevien määrien kokeissa Kemiössä ja Närpiössä v. 1974

Ohran sekä jyvien että olkien kivennäisainepitoisuudet tutkittiin v. 1974 sekä kaliumin että dolomiitin nousevien määrien kokeista. Kokeet suoritettiin paikalliskokeina edellinen Brusabyn koulutilalla Kemiön saarella ja toinen erään maanviljelijän tilalla Närpiössä.

Kaliumin nousevien määrien kokeen koekaava ja annetut ravinnemäärät olivat seuraavat:

Koekaava	lannoitus, ravinteita kg/ha		
	P	N	K
a. PN	35	50	-
b. PN K	35	50	50
c. PN 2K	35	50	100
d. PN 3K	35	50	150
e. PN 4K	35	50	200

Kokeessa käytettiin lannoitteina superfosfaattia 400 kg/ha (8,8 % P), oulusalpietaria 200 kg/ha (12,5 %  $\text{NO}_3\text{N}$  ja 12,5 %  $\text{NH}_4\text{N}$ ) ja 60 % kalisuolaa 100, 200, 300 ja 400 kg/ha (49,8 % K).

Koekenttä oli runsasmultaista hietaista liejusavea, jonka viljavuusluvut olivat: pH 5,86, Ca 2380, K 220, P 7,1 ja Mg 250 mg/l. Koekasvit kylvettiin jo 4.5., mutta voimakas lakoisuus heinäkuussa viivästytti tuleentumista ja korjuu suoritettiin vasta 134 vrk:n kuluttua 17.9.

Dolomiitin nousevien määrien kokeen koekaava ja annetut lannoitemäärät olivat seuraavat:

Koekaava	lannoitus, ravinteita kg/ha				
	N	P	K	Ca	Mg
a. NPK	75	44	62,2	-	-
b. NPK+1(Ca+Mg)	75	44	62,2	650	170
c. NPK+2(Ca+Mg)	75	44	62,2	1300	340
d. NPK+4(Ca+Mg)	75	44	62,2	2600	680

Kokeessa käytettiin lannoitteina normaalia super Y-lannosta 500 kg/ha (15,0 % N, 8,7 % P ja 12,5 % K) ja dolomiittikalkkia 2000, 4000 ja 8000 kg/ha (30-35 % Ca ja 7-10 % Mg).

Koekenttä oli runsasmultaista hietamaata, jonka viljavuusluvut olivat: pH 5,26, Ca 1260, K 60, P 7,6 ja Mg 240 mg/l. Koekasvi kylvettiin 25.5. ja korjattiin 104 päivän kuluttua 5.9.

Molemmissa kokeissa ruutukoko oli 50 m<sup>2</sup>, kerranteita oli 4 ja koekasvina oli ohra. Kokeesta otettiin koejäsenittäin yhdistetyt jyvä- ja olkinäytteet, jotka kuivattiin ja analysoitiin isotooppilaboratoriossa.

Sato- ja analyysitulokset on esitetty kuvissa 2.4.1: 1-2.

Piirroksista voidaan todeta, että ohralla suoritettussa kaliumin nousevien määrien kokeessa kaliumin lisääminen on aluksi lievästi lisännyt sadon kaliumpitoisuutta etenkin oljissa, mutta suurin kaliumlisä on jo vaikuttanut vähentävästi. Magnesiumin, raudan ja sinkin pitoisuudet osoittavat jossain määrin vähenemistä kaliumia lisättäessä. Mangaanipitoisuus sensijaan on osoittanut lievää nousua ja muiden ravinteiden pitoisuuksissa vaihtelut näyttävät enimmäkseen satunnaisilta. MARJASEN (1975) mukaan koekentän maaperän kaliumin määrä on magnesiumin suhteen kohtalaisen runsas,  $Mg/K = 1,14$ , mutta fosforin suhteen selvästi liian suuri,  $K/P = 31^1$ ). Vaikka kaliumin määrä sinänsä viljavuuslukuna 215 mg/l on savimaalla vain tyydyttävä (KURKI 1977), niin sen runsaus, suhteessa muiden lähinnä vaikuttavien pääravinteiden määriin, näyttäisi selittävän kaliumin lisäämisen suhteellisen vähäistä vaikutusta.

Dolomiittilisäyksen vaikutus ohran kivennäisainepitoisuuksiin näyttää olleen hieman säännöllisempää (kuva 2.4.2: 1-2). Ohran jyvien fosforipitoisuus on vähentynyt ja sinkkipitoisuus lisääntynyt dolomiittia lisättäessä. Ohran olkien kalsium-, fosfori- ja magnesiumpitoisuudet ovat lisääntyneet sekä mangaani- ja sinkkipitoisuudet ovat vähentyneet dolomiittia lisättäessä. Erojen suhteellinen vähäisyys johtunee siitä, että maassa on viljavuusanalyysien mukaan ollut muiden ravinteiden suhteen sopiva magnesiumpitoisuus ( $\text{Ca/Mg} = 5,25$ ,  $\text{Mg/K} = 1,5$ , MARJANEN 1975<sup>1)</sup>).

Verrattaessa toisiinsa ohran kivennäisainepitoisuuksia eri koepaikoilla voidaan todeta, että kalium-, mangaani- ja sinkkipitoisuudet ovat tulleet hietamaalla hieman korkeammiksi kuin liejusavimaalla. Sensijaan natriumpitoisuus on liejusavella kasvaneen ohran oljissa noin nelinkertainen hietamaalla kasvaneen natriumpitoisuuteen verrattuna ja jyvienkin Na-pitoisuus on selvästi suurempi.

## 2.5. Kauran kivennäisainepitoisuuksista dolomiitin nousevien määrien kokeissa kolmella eri koepaikalla v. 1974

Kauran jyvien ja olkien kivennäisainepitoisuuksia määritettiin v. 1974 kolmesta paikalliskoetoimiston ja neuvontajärjestöjen yhteistyönä suorittamasta dolomiitin nousevien määrien kokeesta saaduista jyvä- ja olkinäytteistä. Tulokset on esitetty kuvassa 2.5.1: 1-4.

Dolomiitin nousevien määrien kokeen koekaava ja annetut lannoitemäärät olivat seuraavat:

Koekaava	lannoitus, ravinteita kg/ha				
	N	P	K	Ca	Mg
a. NPK	75	44	62,2	-	-
b. NPK+1(Ca+Mg)	75	44	62,2	650	170
c. NPK+2(Ca+Mg)	75	44	62,2	1300	340
d. NPK+4(Ca+Mg)	75	44	62,2	2600	680

1) Sopivien suhteiden rajat MARJASEN (1975) mukaan ovat:

Ca/Mg (4,5) - 5 - 8

Mg/K 1,3 - 4

K/P (4) - 6 - 12 - (16)

Kokeessa käytettiin lannoitteena Y-lannosta 500 kg/ha (P 8,8 %, K 12,5 %, N 15 %, Ca 6,0 % ja Mg 0,1 %) sekä dolomiittikalkkia 2000, 4000 ja 8000 kg/ha (30-35 % Ca ja 7-10 % Mg). Ruutukoko oli kokeissa 50 m<sup>2</sup> ja kerranteita 4. Yksi kokeista, koe A, oli Kymen läänissä Vironlahdella liejuisella sāraturpeella, viljavuusluvut: pH 3,01 (kuivatusta näytteestä), johtoluku 17,9, Ca 560, K 25, P 5,4 ja Mg 150 mg/l maata. Koe kylvettiin 23.5. ja korjattiin 20.9., väliaika 121 vrk. Kaksi koetta oli Pohjanlahden rannikolla Närpiössä, toinen koe B oli runsasmultaisella hietamaalla, viljavuusluvut: pH 6,09, Ca 1680, K 210, P 18,3, Mg 310 mg/l maata, kylvettiin 15.5. ja korjattiin 14.9., väliaika 122 vrk. Kolmas koe C oli runsasmultaisella hietamaalla, viljavuusluvut: pH 5,09, Ca 800, K 100, P 9,0 ja Mg 110 mg/l maata, kylvettiin 16.5. ja korjattiin 30.9., väliaika 138 vrk.

Kauralla järjestetyt kolme dolomiitin nousevien määrien koetta olivat kolme eri satoluokkaa, A alle 3000 kg/ha, B noin 4000 kg/ha ja C yli 5000 kg/ha. Viljavuusluokat ovat olleet suunnilleen satotasaja vastaavassa järjestyksessä nousevat. Satojen kivennäisainepitoisuuksissa näyttäisi huomiota herättävintä olevan se, että jyvā- ja olkisadon kaliumin pitoisuudet ovat pienimmät alimmalla satotasolla ja alimmalla maan kaliumin tasolla. Jyvā- ja olkisadon fosforipitoisuudet ovat olleet korkeimmat suurimmalla satotasolla, vaikka maan fosforitaso on ollut vain keskinkertainen ja fosforilannoitus-taso sama kaikissa kokeissa. Jyvā- ja olkisadon mangaanipitoisuudet ovat olleet suurimmat korkeimmalla satotasolla ja dolomiittilisä on niitä jonkin verran alentanut. Alimmat jyvā- ja olkisadon mangaanipitoisuudet sen sijaan ovat olleet keskinkertaisella satotasolla ja johdonmukaista dolomiitin vaikutusta sadon mangaanipitoisuuteen ei kahdella alimmalla satotasolla ole havaittavissa. Sinkkipitoisuudet sen sijaan ovat olleet samaa suuruusluokkaa kaikissa kokeissa. Kun otetaan huomioon, että mangaanipitoisuuden tulisi olla korkeampi kuin sinkin (MARJANEN 1980) voidaan todeta korkean satotason olleen myös näiden kahden mineraalin keskinäiseen suhteeseen nähden paras. Etenkin olkisatojen korkeimmat rauta- ja natriumpitoisuudet on todettu alimmalla satotasolla.

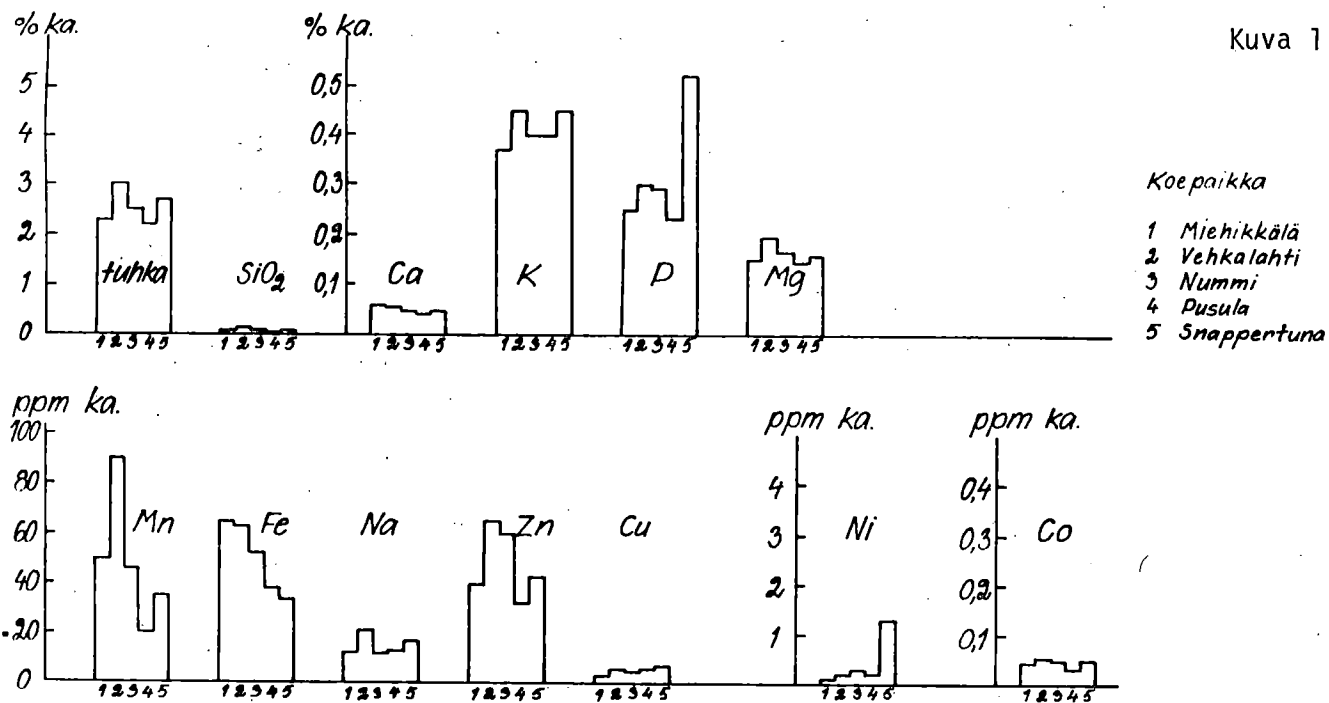
Kun tarkastellaan korkeimman ja alimman satotason koekenttien viljavuuslukujen tasojā, eivät ne sinānsā eroa huomattavasti toisistaan paitsi pH-luvuissa. Mutta jos tarkastellaan viljavuuslukujen suhteita MARJASEN (1975) mukaan, todetaan, että korkean satotason kentällä suhteet ovat suunnilleen oikeat ja alhaisen satotason kentällä selvästi virheelliset. Keskimmäisen satotason kentällä pH on korkein ja ravinnesuhteet oikeat, mutta kupari on etenkin dolomiittia lisättäessä jäänyt olkiin ja mangaanipitoisuudet ovat jääneet alhaisiksi.

Lisätyn dolomiitin kalsium- ja magnesiumvaikutusta näyttäisi osaksi ilmenevän ylimmällä satotasolla jyvä- ja olkisatojen mangaanipitoisuuksien alenemisen lisäksi joinakin olkien kaliumin, fosforin, magnesiumin, sinkin ja osittain myös raudan ja kuparin pitoisuuksien lievinä alenemisina. Keskinertaisella satotasolla dolomiitti näyttäisi eräissä tapauksissa vähentäneen olkien natriumpitoisuutta ja lisänneen lievästi niiden mangaanin ja raudan määriä. Jokseenkin selvältä näyttäisi kuparin väheneminen jyivistä ja sen lisääntyminen oljissa.

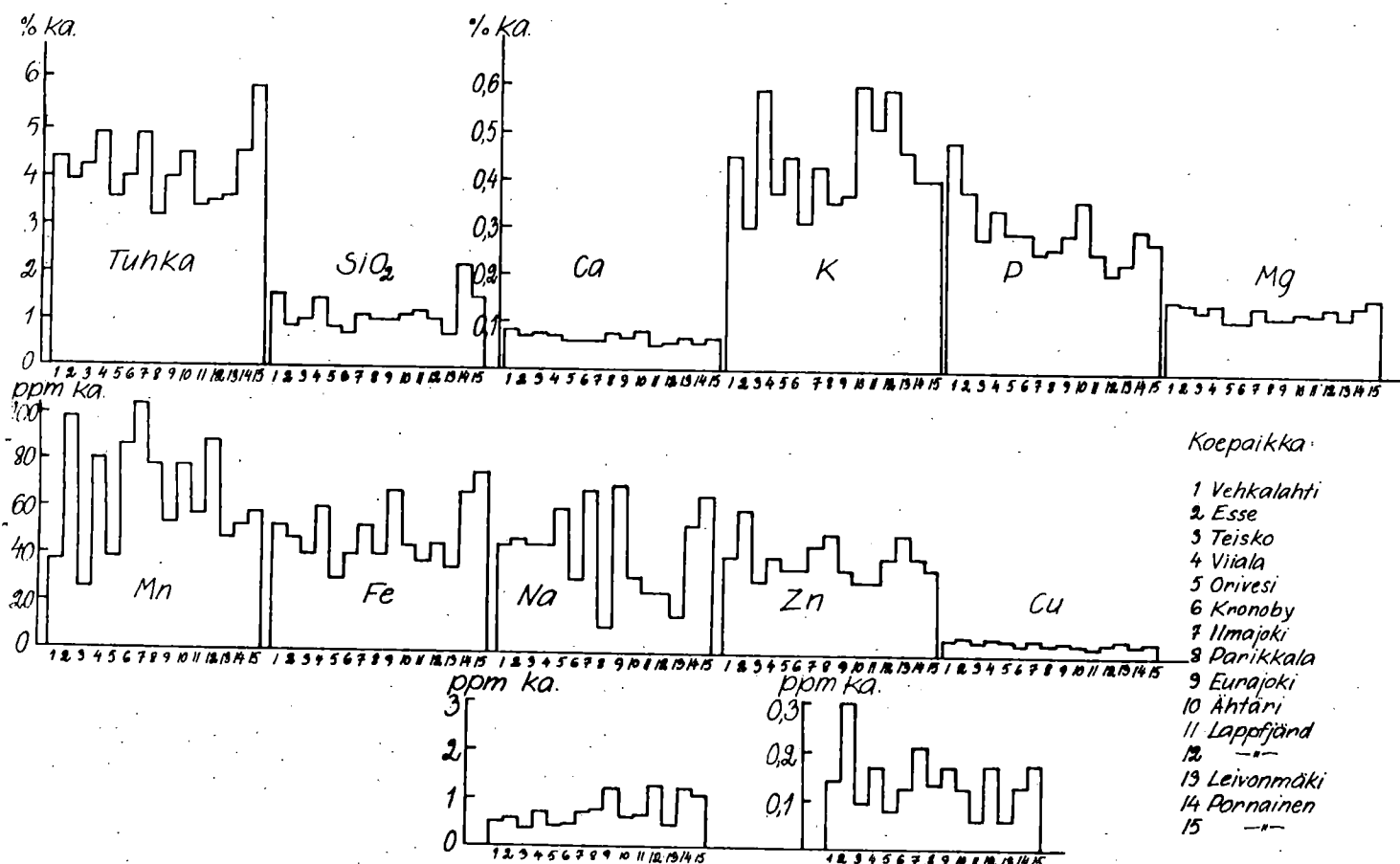
Ainoastaan alimmalla satotasolla dolomiitti on suoranaaisesti lisännyt jyväsatoa. Se on lisännyt samalla jonkin verran sekä jyvä- että olkisadon magnesiumipitoisuutta, mutta sen vaikutus muihin kivennäisainepitoisuuksiin on ollut joko vaihteleva tai alentava. Koska alimman satotason koe on sijainnut turvemaalla ja muut hietamaalla, lienevät alimman satotason kaikkien satojen poikkeuksellisen suuret rauta- ja natriumpitoisuudet seurausta maaperän erilaisuuteen liittyvistä seikoista.

## KIRJALLISUUTTA

- FLEMING, G. A., O'SULLIVAN, A. N. & PARLE, P. J. 1978. Effect of nitrogen and selenium uptake-belclare, ARMIS, 0831: 42-44.
- KOZAK, L. & TARKOWSKI, C. 1979. Summary: Cu, Zn, Mn, Fe and Mg content at different growth stage of triticales, wheat and rye. Roczn. Nauk. Pol. A 104 (2): 129. Warszawa.
- LALLUKKA, U. 1970. Lajikkeen ja tuleentumisajan vaikutus kevätvehnän jyvien mineraalipitoisuuteen. Summary: Effects of variety and ripening time upon the mineral contents of grains of spring wheat. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 42,3: 147-153.
- LINDLEY, D. V. & MILLER, J. C. P. 1953. Cambridge Elementary Statistical Tables. Cambridge University Press 1953.
- MARJANEN, H. 1975. Hivenaineet maassa ja kasvissa sekä niiden merkitys ravitsemuksessa. (Osa: Kivennäisainesuhteet). Paikalliskoetoimiston tiedote 2: 1-7.
- 1980. On the Relationship between the Contents of Trace Elements in Soils and Plants and the Cancer Incidence in Finland. The Norwegian Academy of Science and Letters. Geomedical Aspects in Present and Future Research Symposium by J. Låg, Oslo 1980: 149-166.
- MAY, J. M. 1952. Extended and corrected tables of the upper percentage points of the studentized range, Biometrika, 39: 192-193, Table 29, Biometrika Tables for Statisticians, vol. 1, Cambridge University Press 1954.
- RIBAS OZONAS, B., SANCHEZ REUS, M. I., LOBATO RODRIGUES, N., GARCIA MARTIN, M. C. & TAMARIT RODRIGUES, J. 1980. Increase of insulin secretion after nickel ingestion in the rat. Mineral elements '80: 75. Helsinki-Espoo.
- SILLANPÄÄ, M. & RINNE, S.-L. 1975. Effect of heavy nitrogen fertilization on the uptake of nutrients and some properties of soils cropped with grasses. Ann. Agric. Fenn. 14: 210-226.
- VARO, P., NUURTAMO, M., SAARI, E. & KOIVISTOINEN, P. 1980. Mineral Element Composition of Finnish Foods. III. Annual Variations in the Mineral Element Composition of Cereal Grains, IV. Flours and Bakery Products. Acta Agr. Scand., Suppl. 22: 27-55.



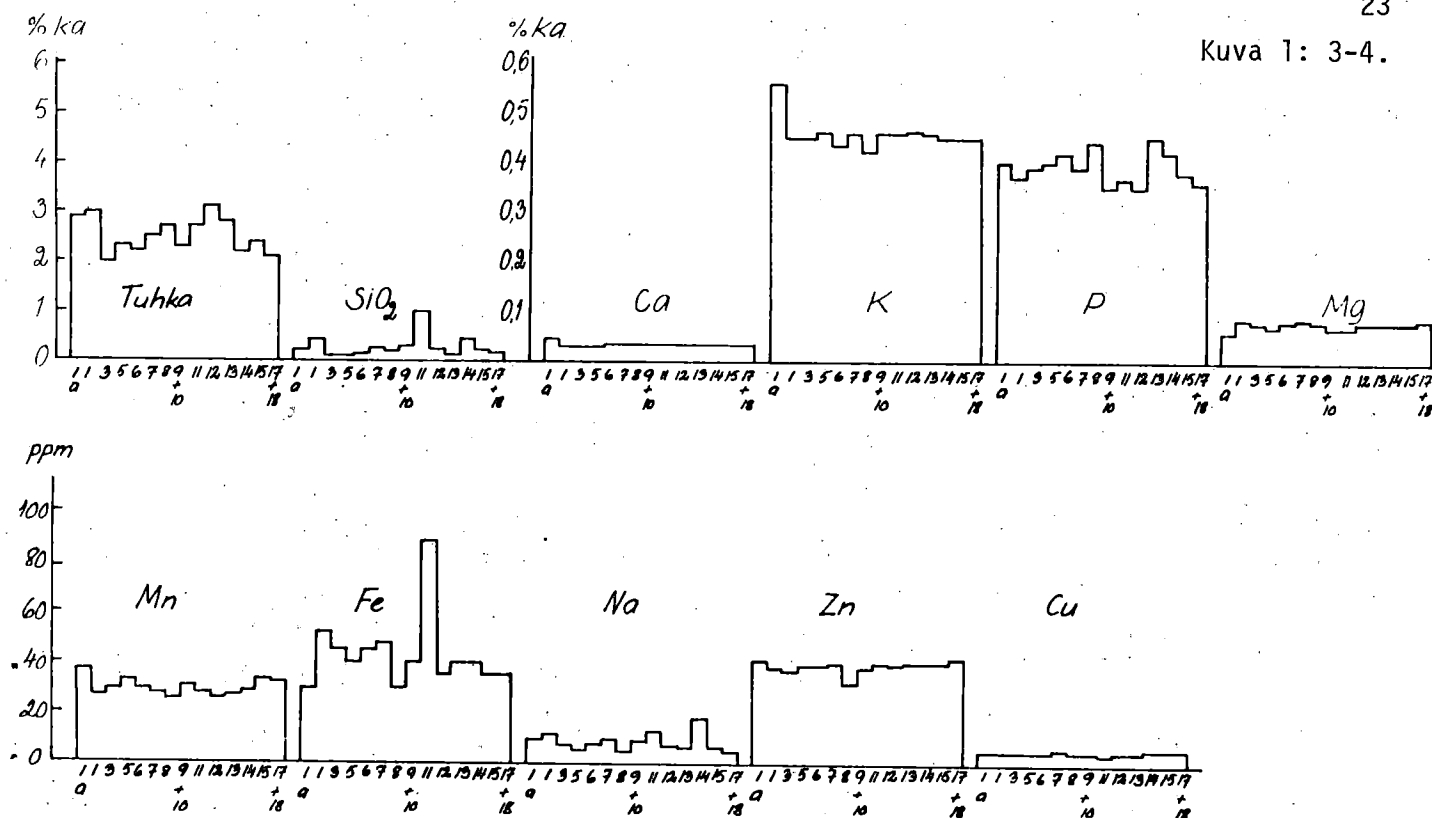
Kuva 1:1. Kevätvehnän kivennäisainepitoisuuksia paikalliskokeissa v. 1970.



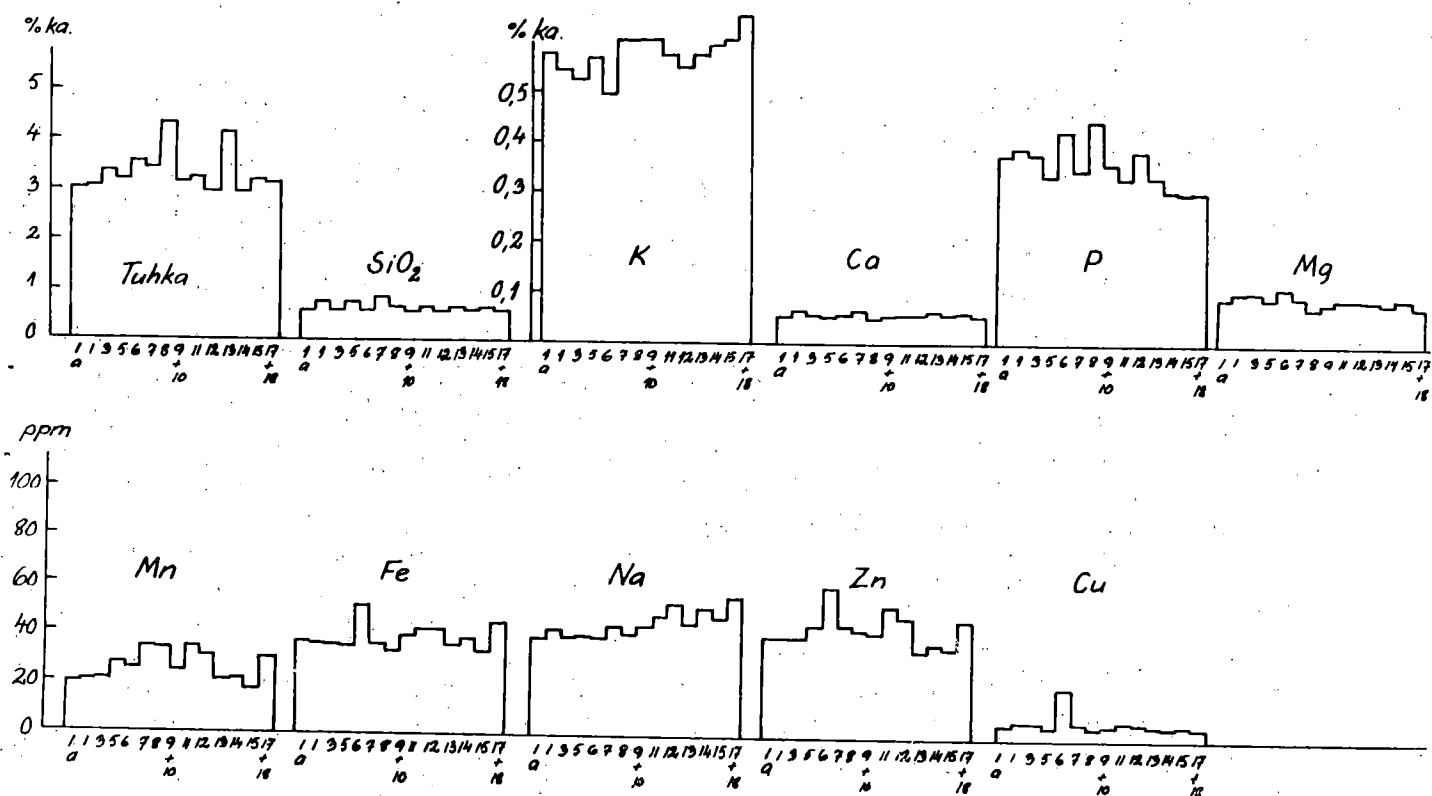
Kuva 1:2. Kauran kivennäisainepitoisuuksia paikalliskokeissa v. 1970.



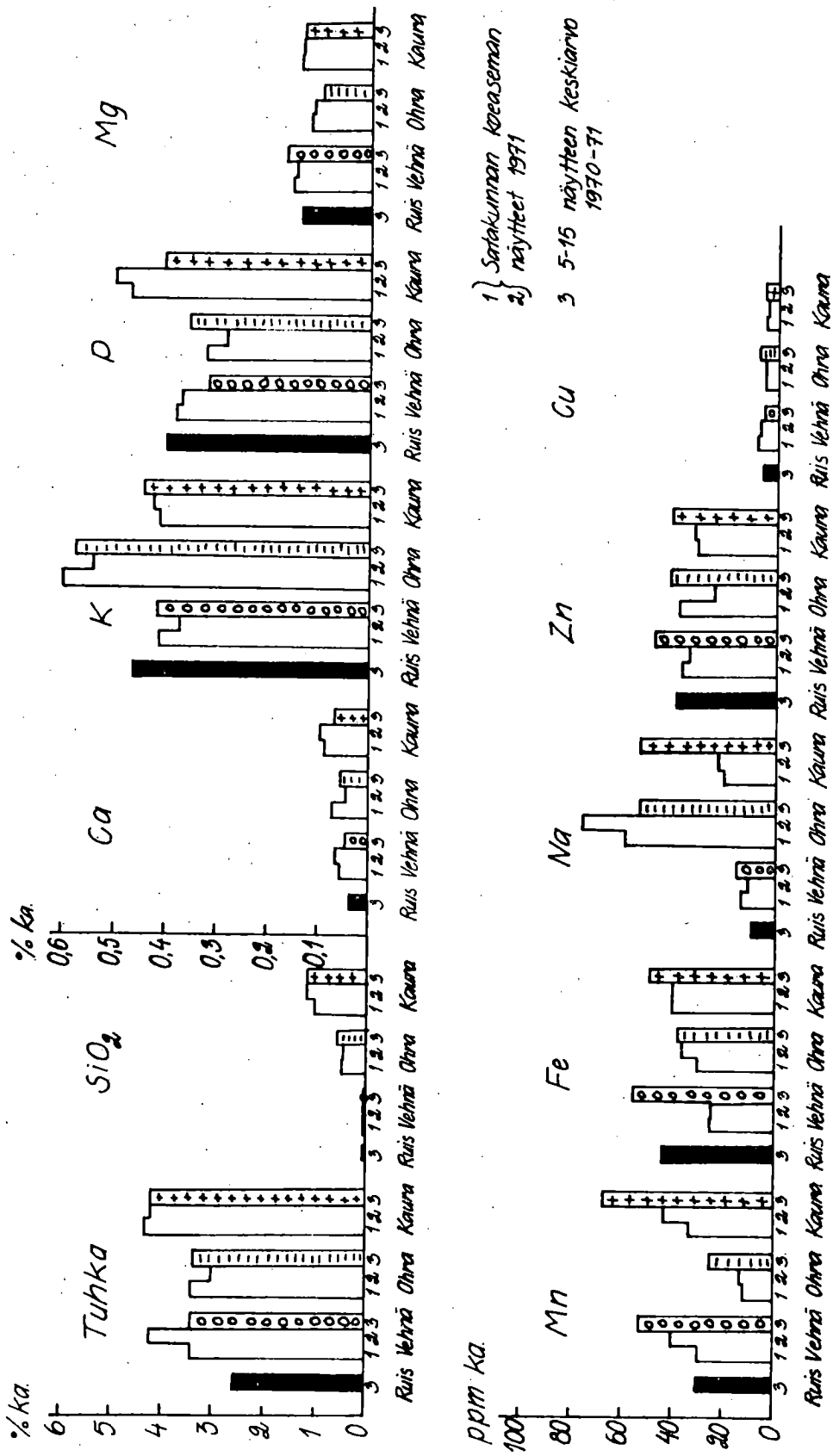
Kuva 1: 3-4.



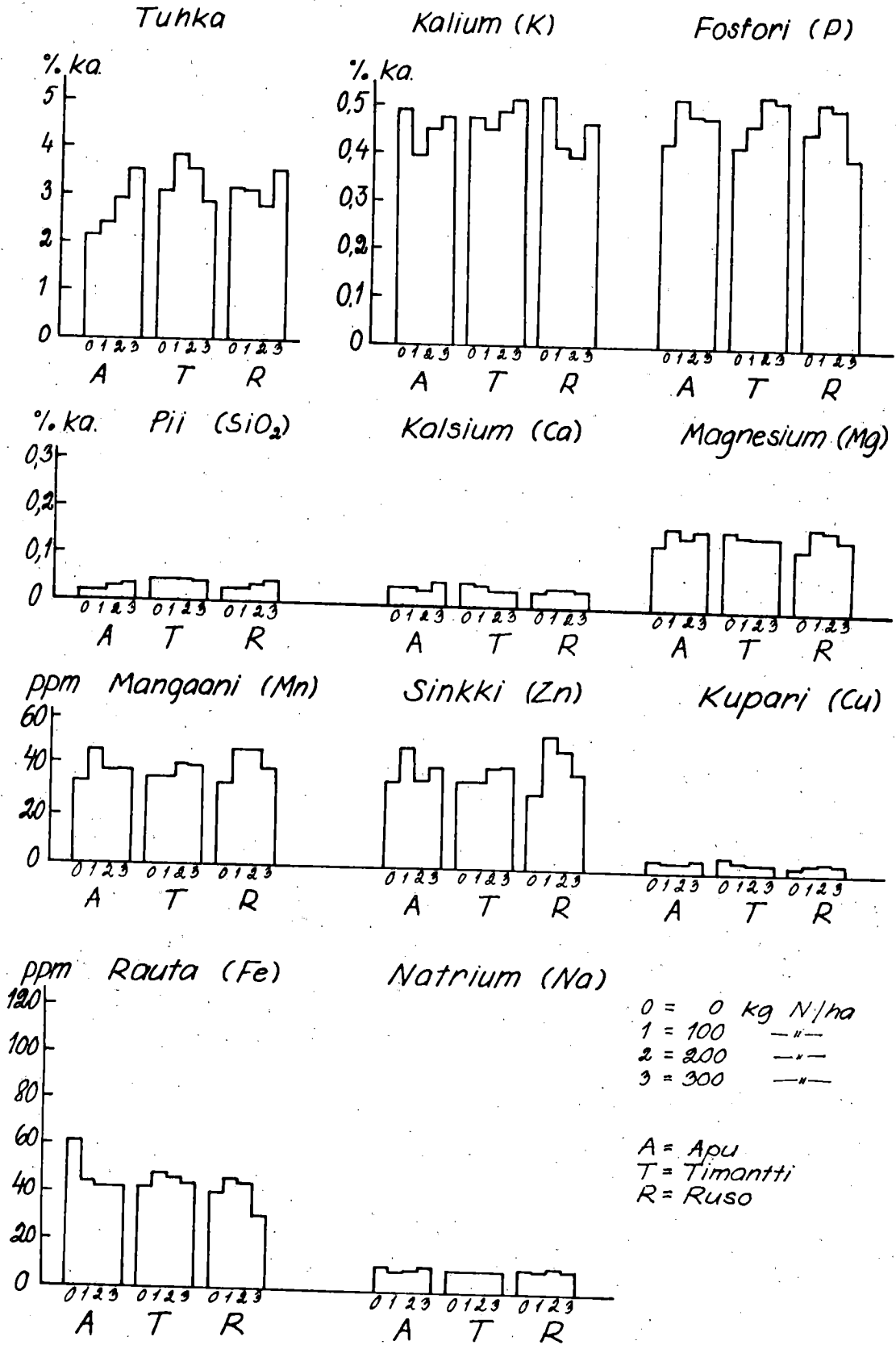
Kuva 1: 3. Rukiin kivennäisainepitoisuuksia eri maanviljelysseurojen alueilla v. 1970.



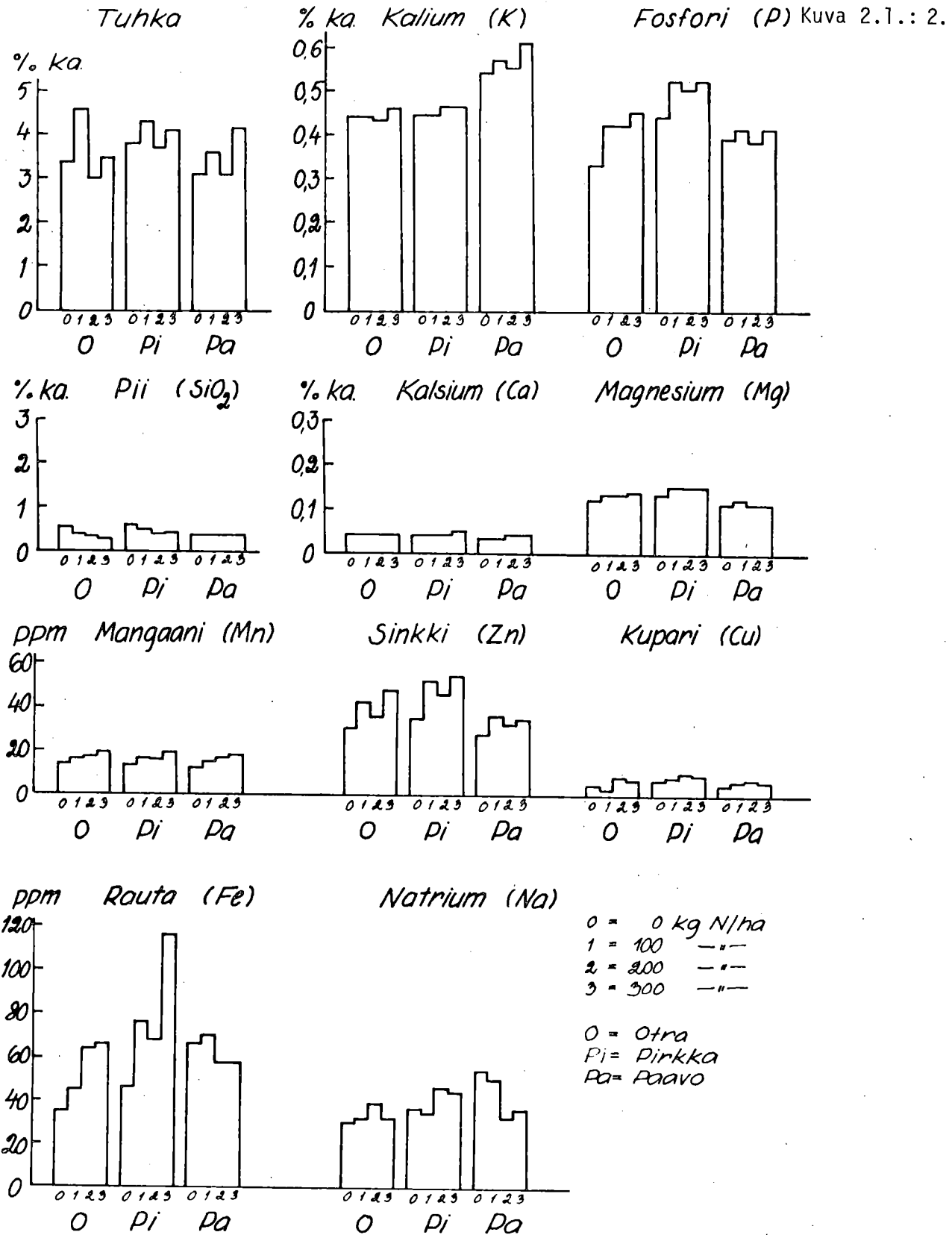
Kuva 1: 4. Ohran kivennäisainepitoisuuksia valtion viljavaraston näytteissä v. 1971.



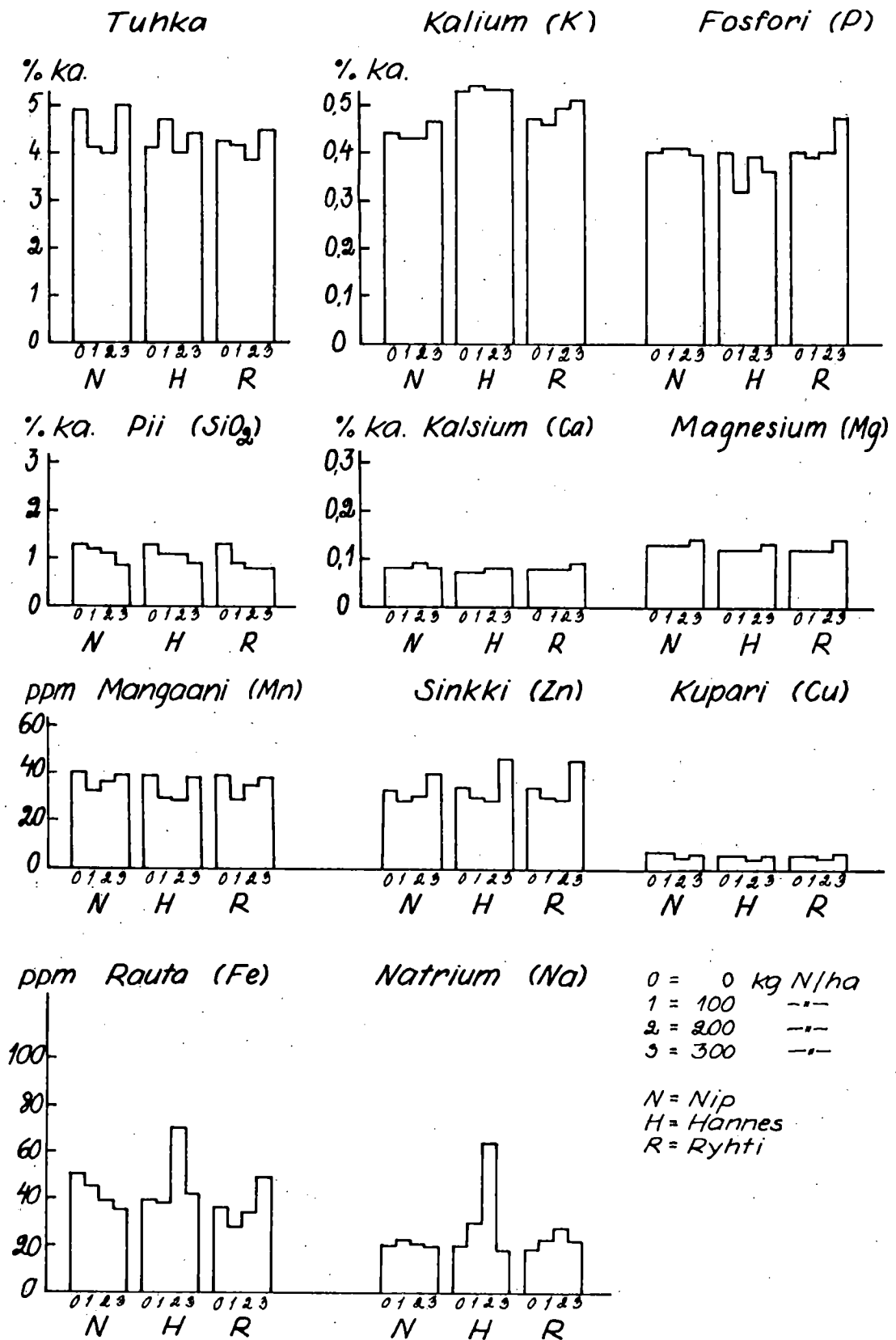
Kuva 1:5. Eri viljalajien kivennäisainepitoisuuksien vertailu.



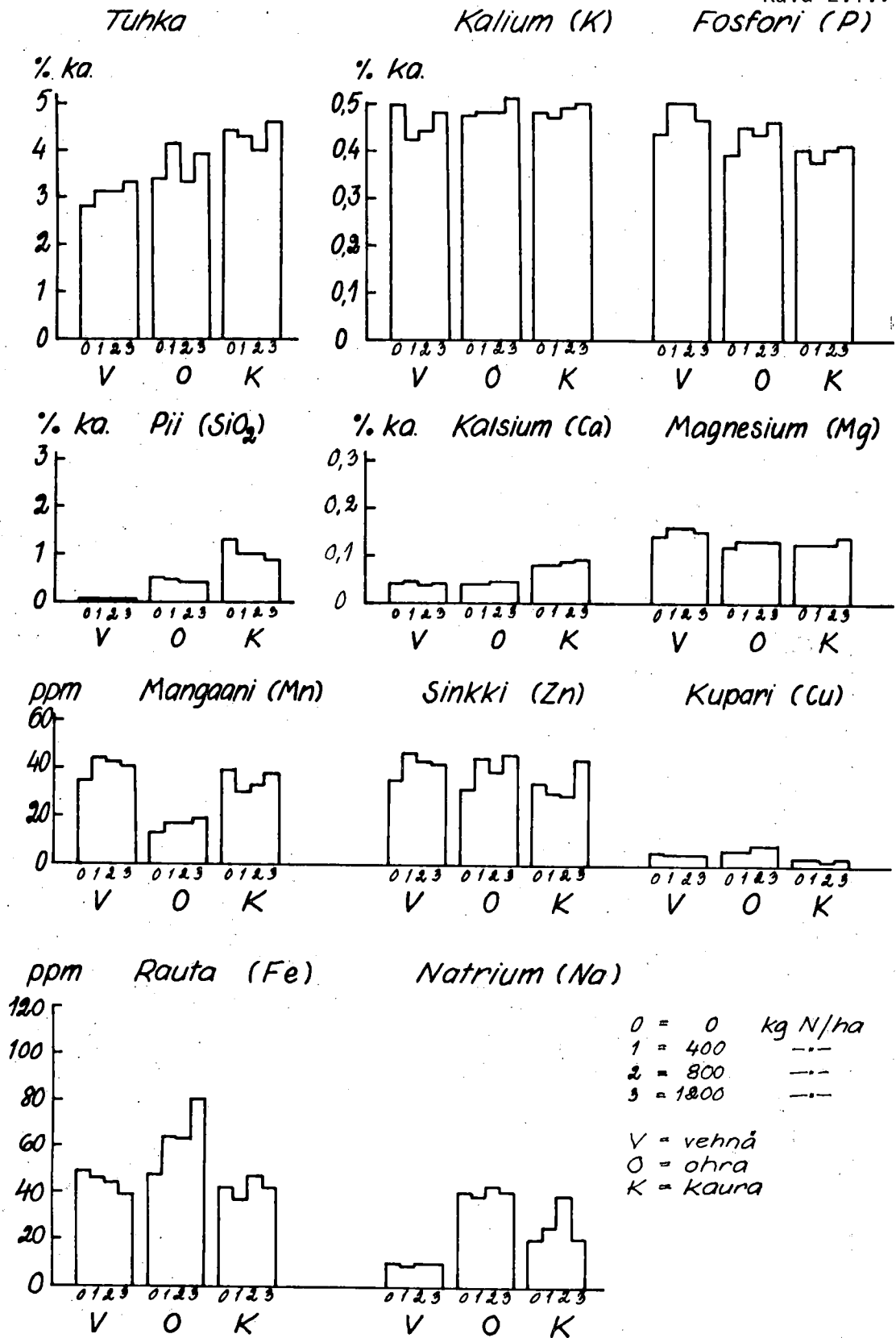
Kuva 2.1.: 1. Kevätvehnälaajikkeiden kivennäisainepitoisuudet eri typpitasoilla.



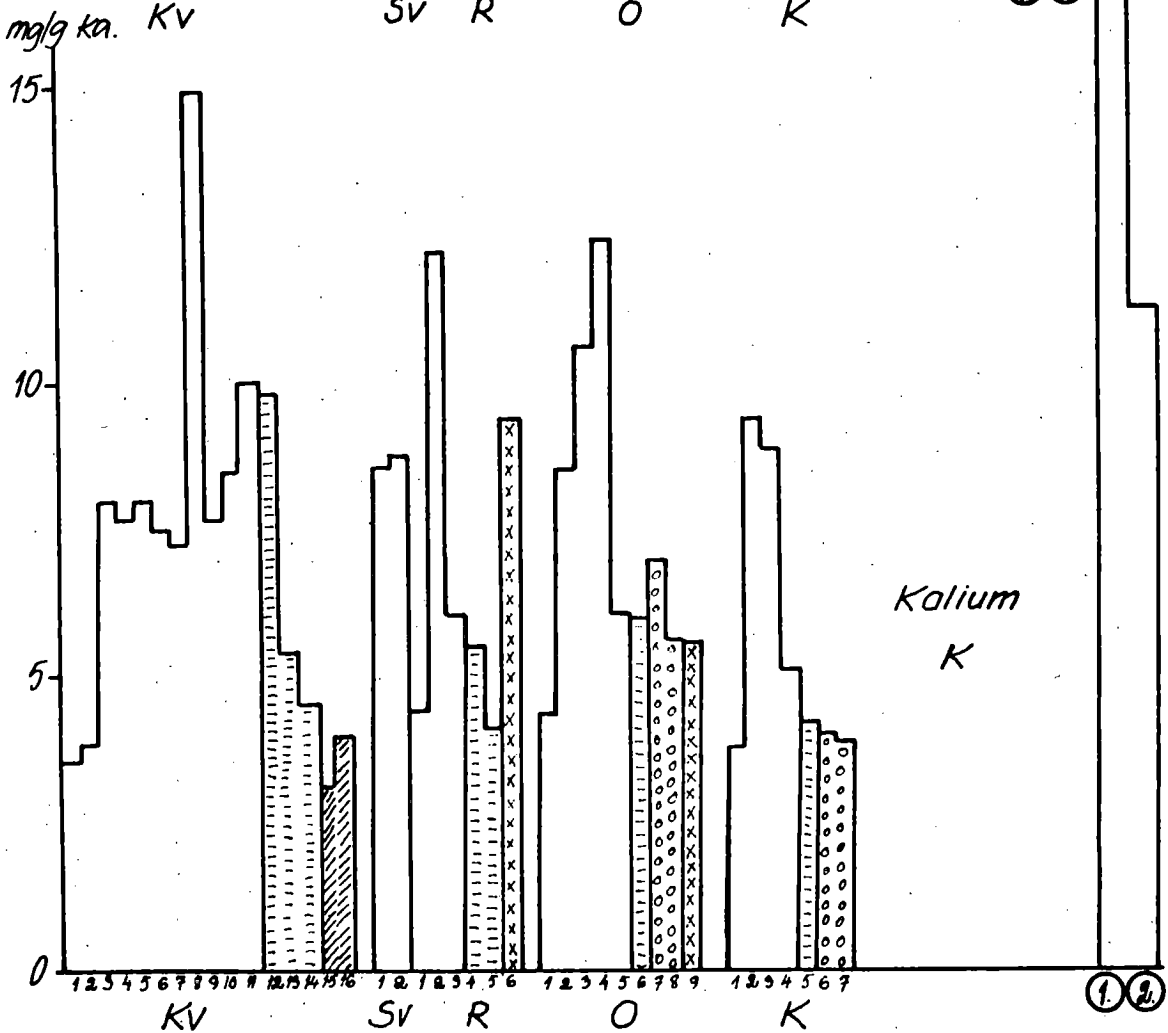
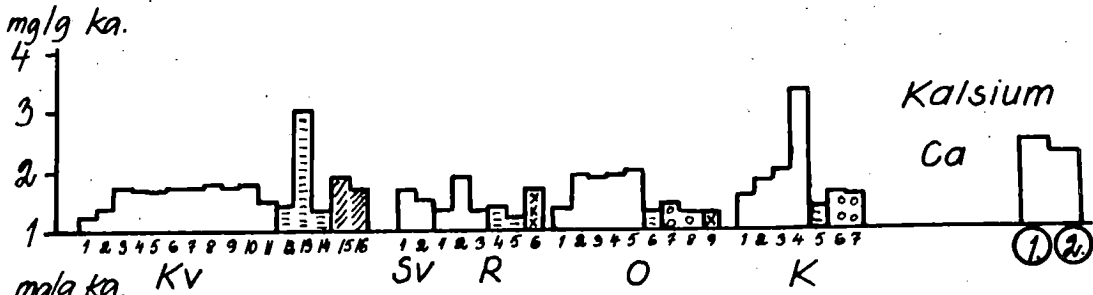
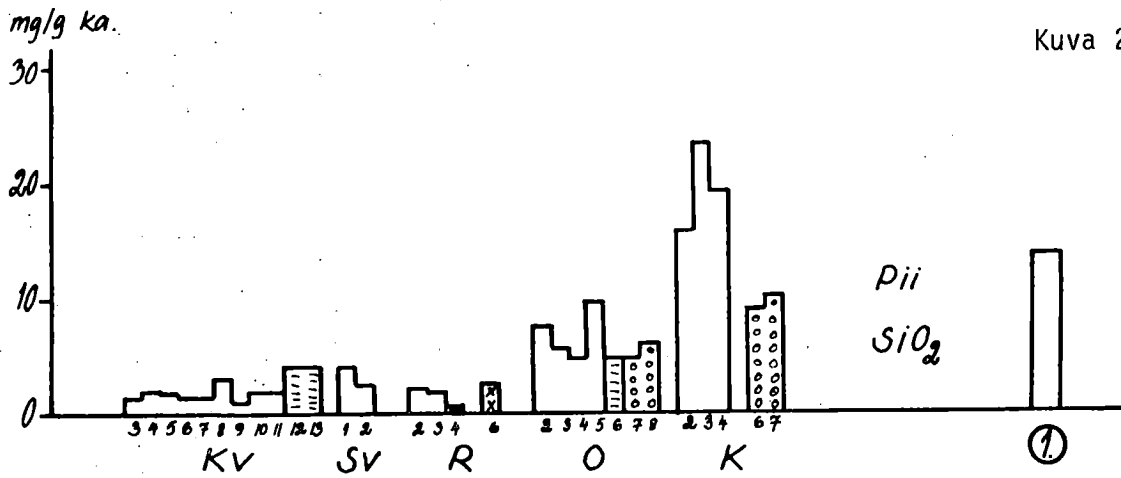
Kuva 2.1.: 2. Ohralajikkeiden kivennäisainepitoisuudet eri typpitasoilla.



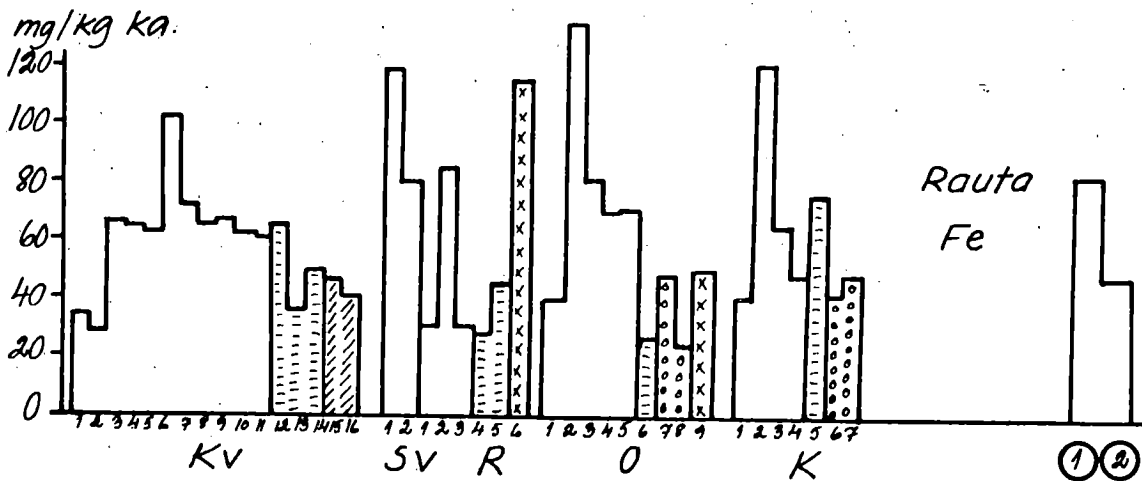
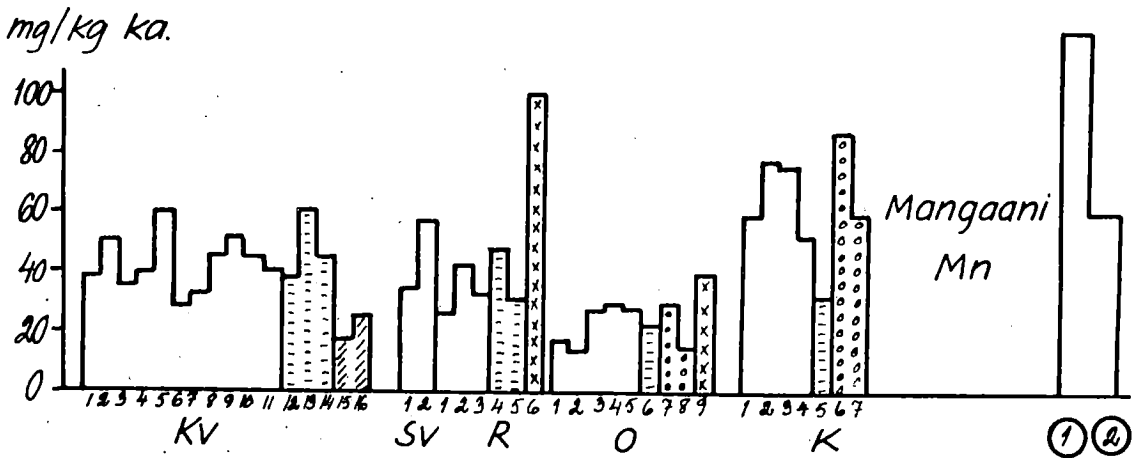
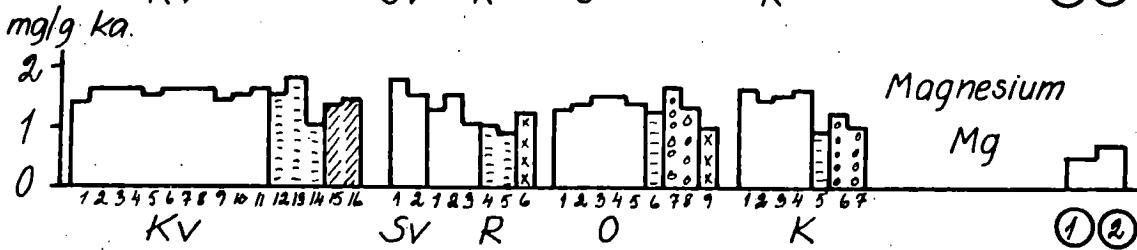
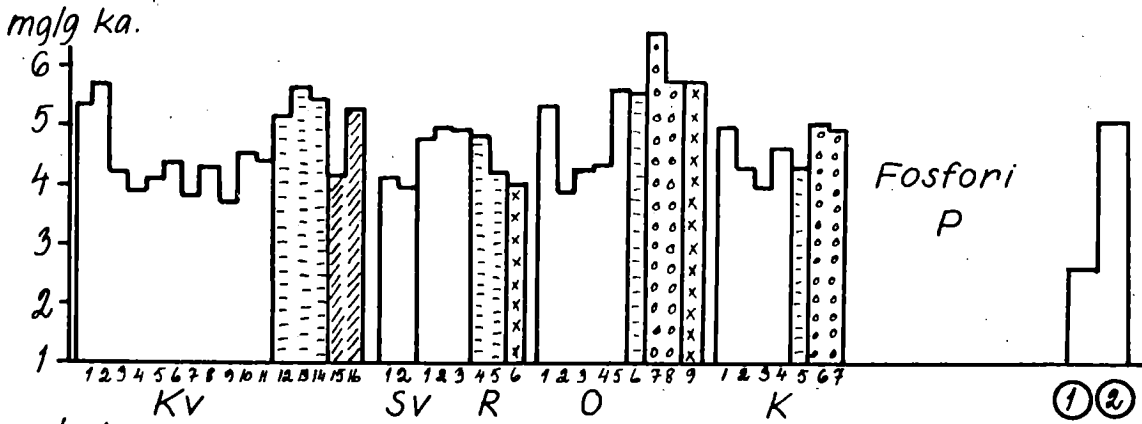
Kuva 2.1.: 3. Kauralajikkeiden kivennäisainepitoisuudet eri typpitasoilla.



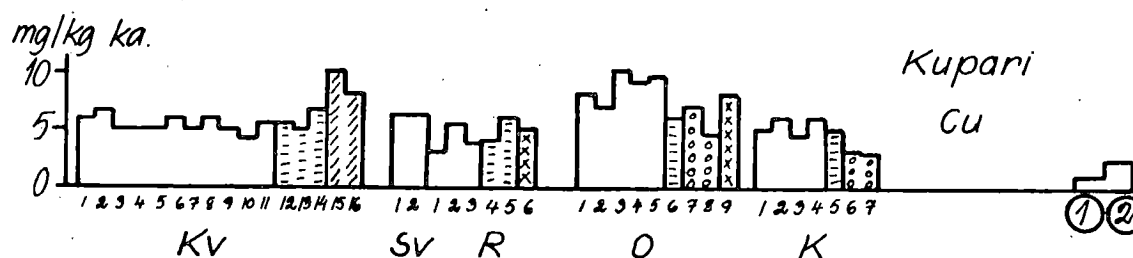
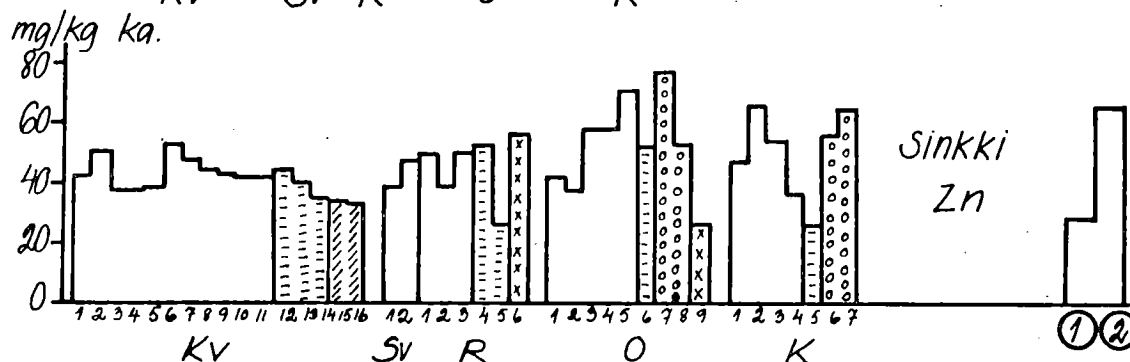
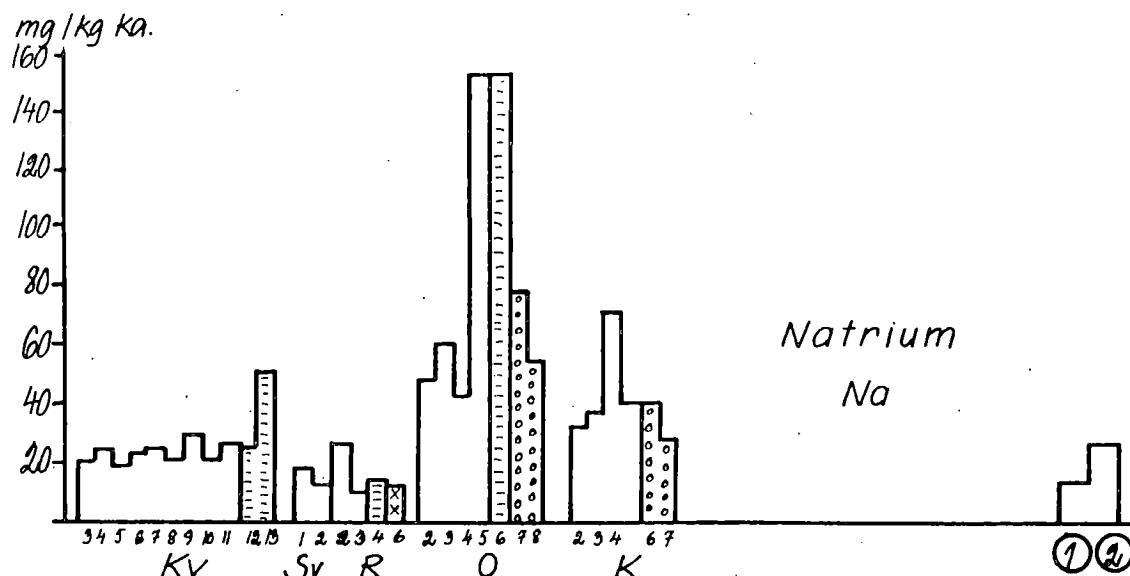
Kuva 2.1.: 4. Kevätvehnän, ohran ja kauran keskimääräiset kivennäisainepitoisuudet eri typpitasoilla.



Kuva 2.2.: 1. Eri viljelymenetelmillä tuotettujen viljojen kivennäisainepitoisuuksia v. 1972-73. (Kuvat 2.2:1-5) (Merkintöjen selostukset sivulla 31.)



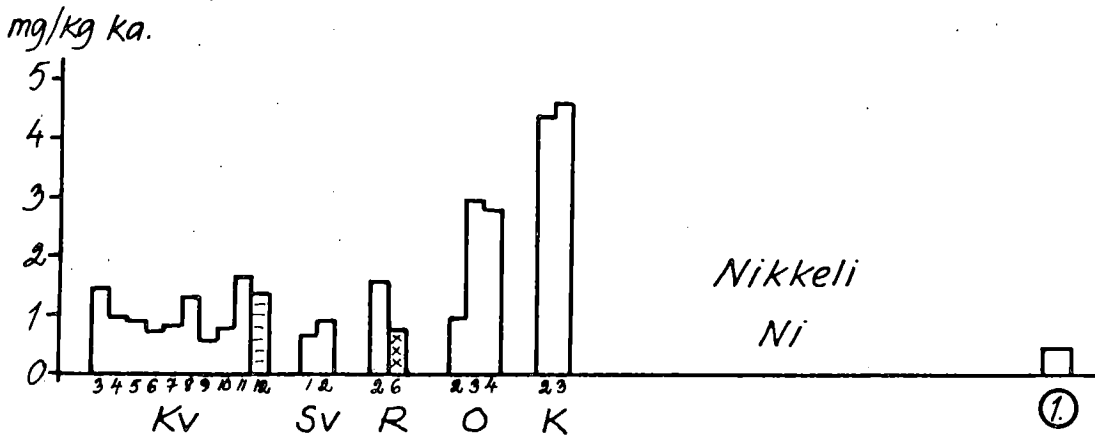
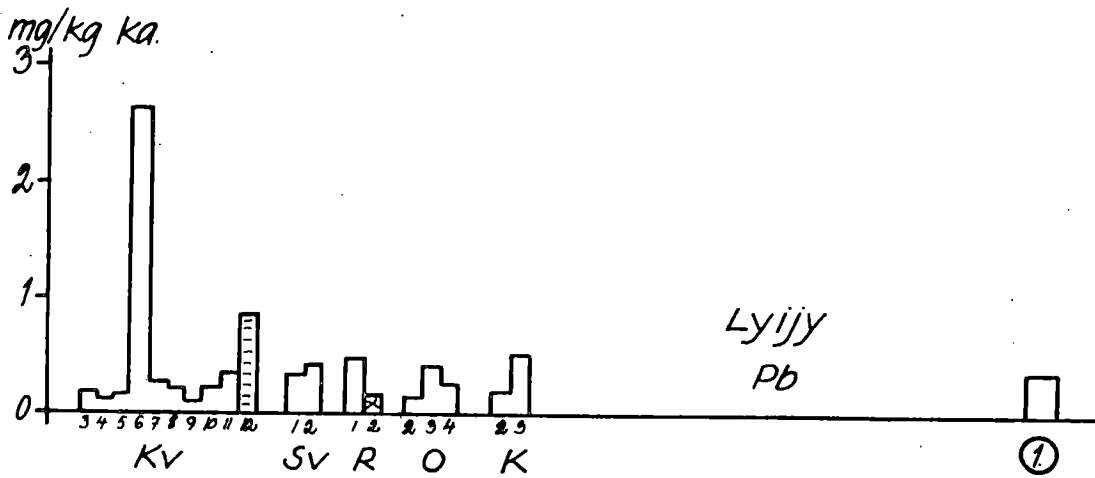
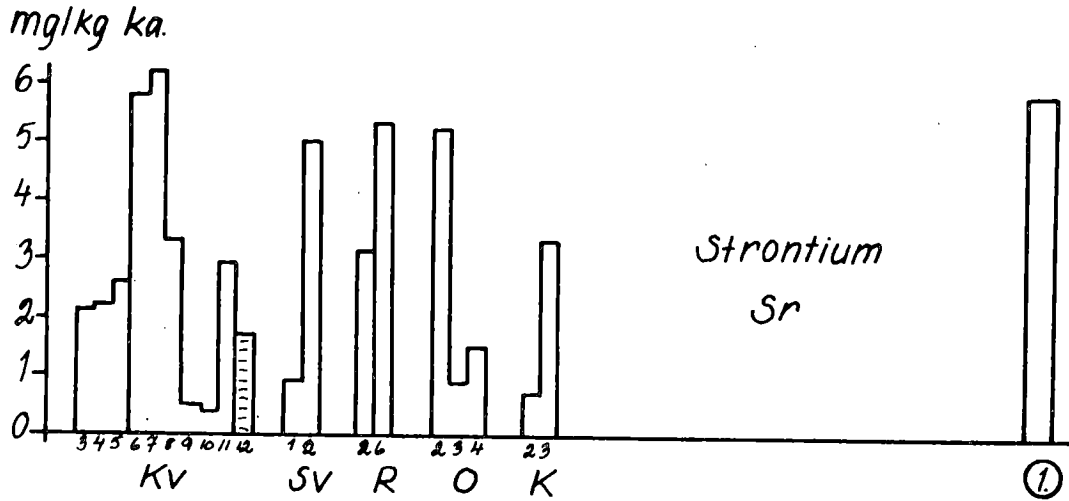
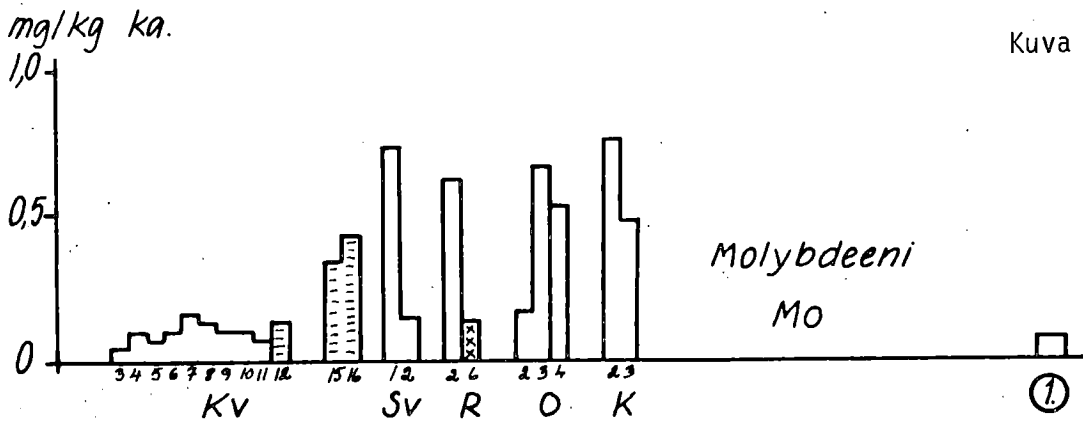


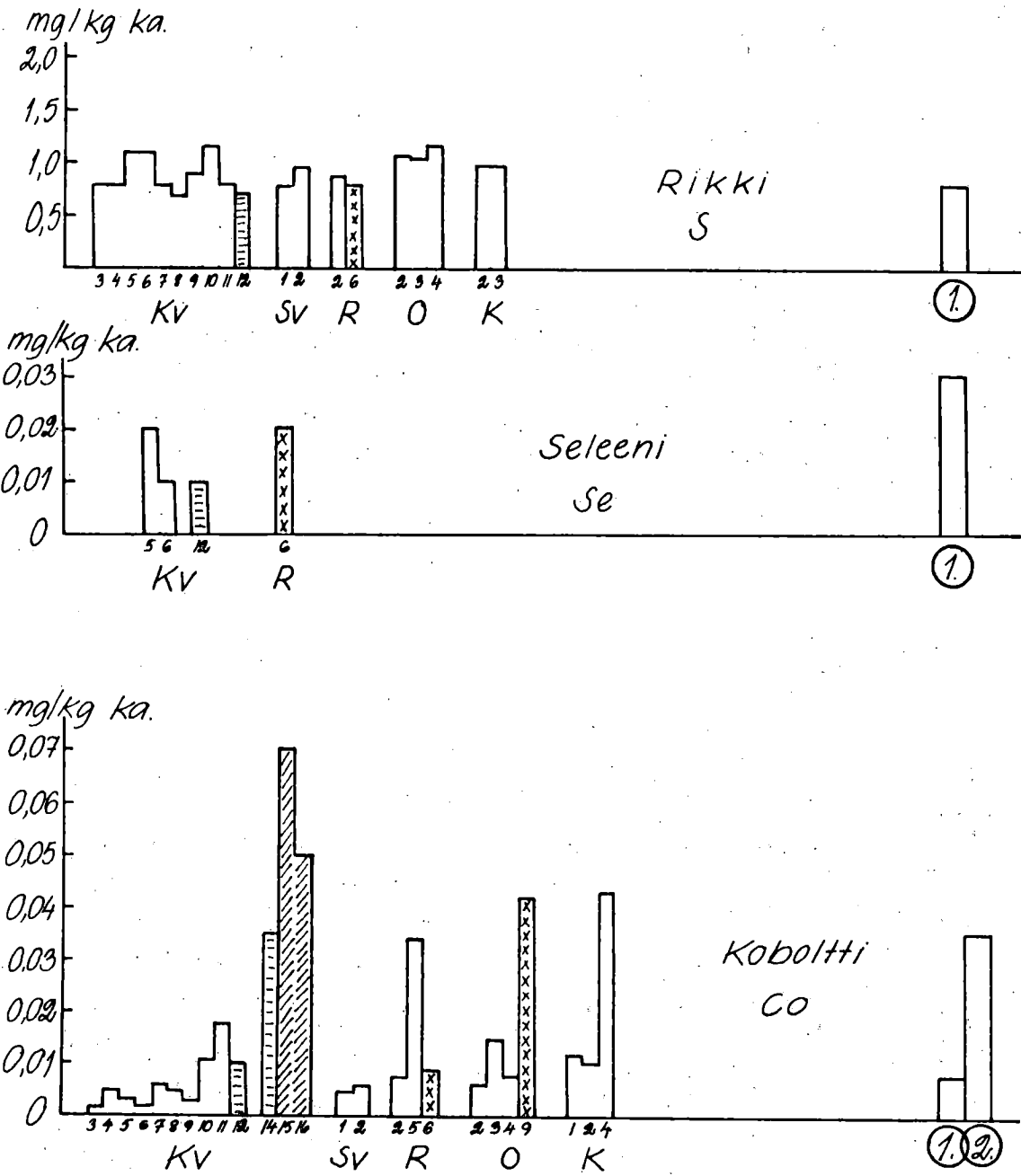


Kuva 2.2.: 3.

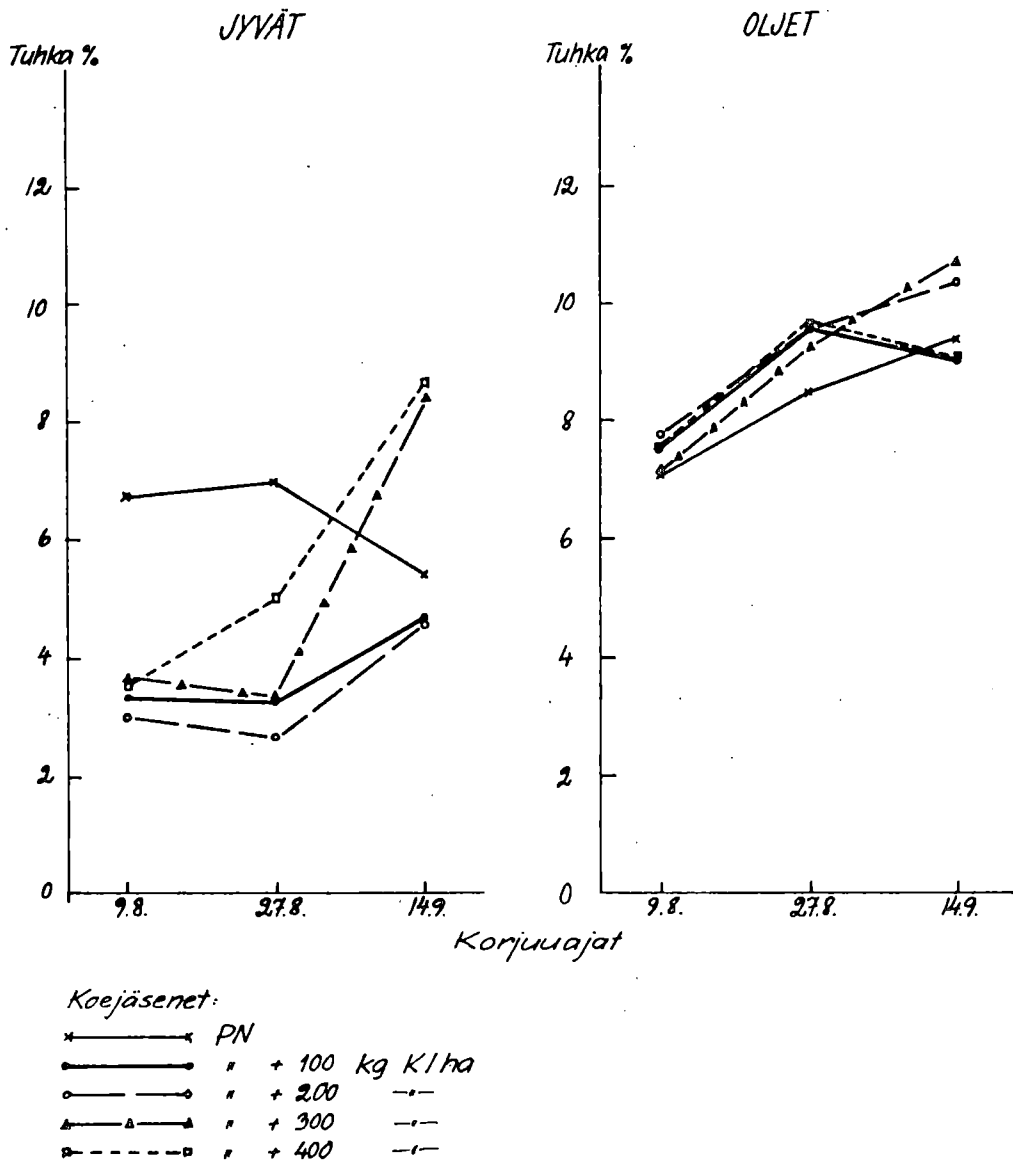
- Kv 1-11 Kevätvehnät  
12-14 —, biologisesti viljelty  
15-16 —, —, ruotsal.
- Sv 1-2 Syysvehnät
- R 1-2 Syysruis  
4-5 —, biologisesti viljelty  
6 —, kaskiviljelys
- O 1-5 Ohra  
6 —, biologisesti viljelty  
7-8 —, biodynaamisesti viljelty  
9 —, kaskiviljelys
- K 1-4 Kaura  
5 —, biologisesti viljelty  
6-7 —, biodynaamisesti viljelty  
① Kaskiruukin aiki  
② Kaskiohnan aiki



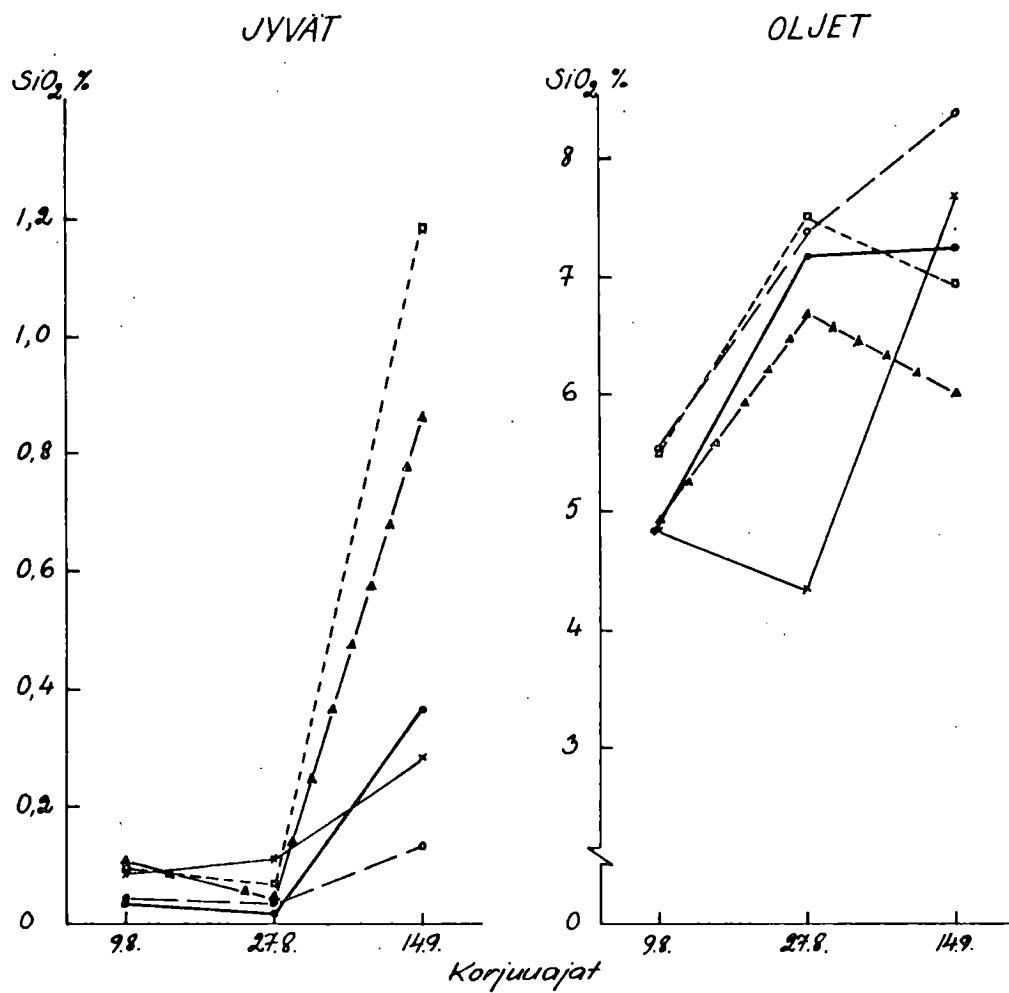




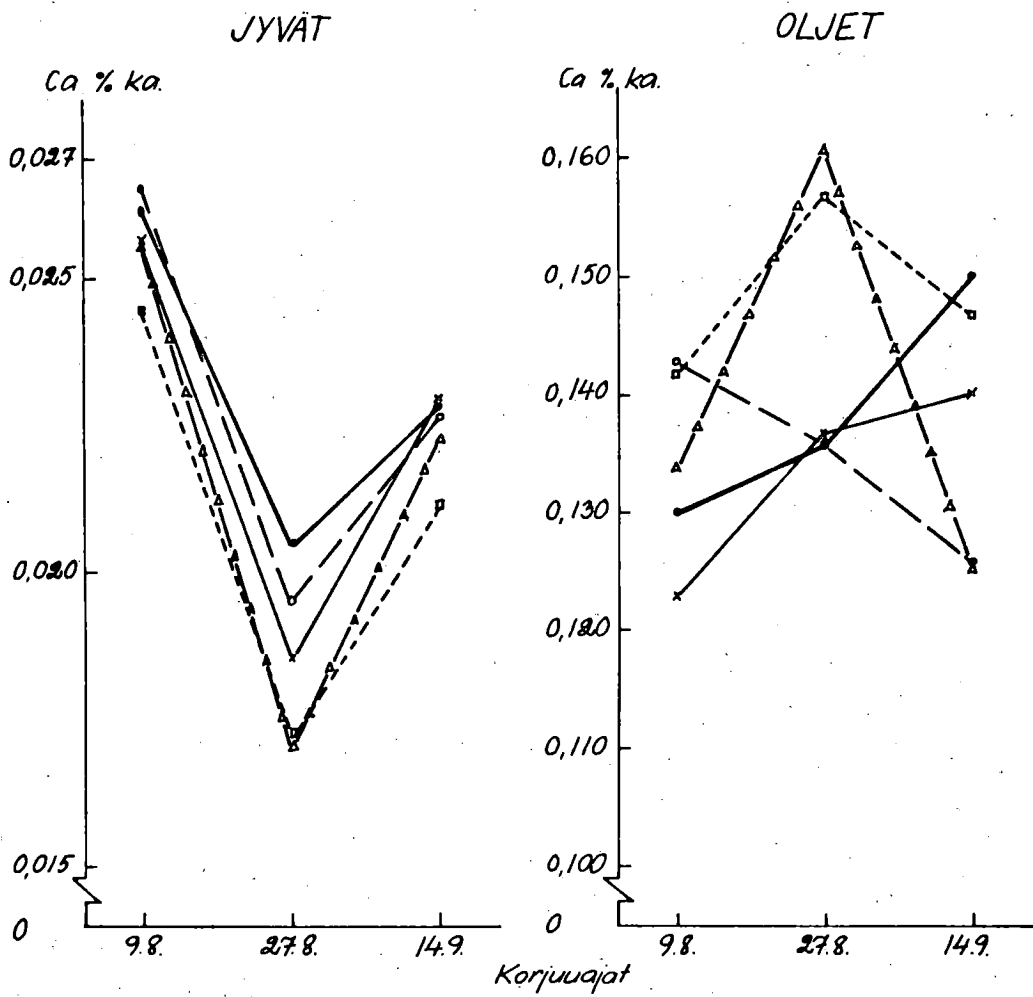
Kuva 2.2.: 5.



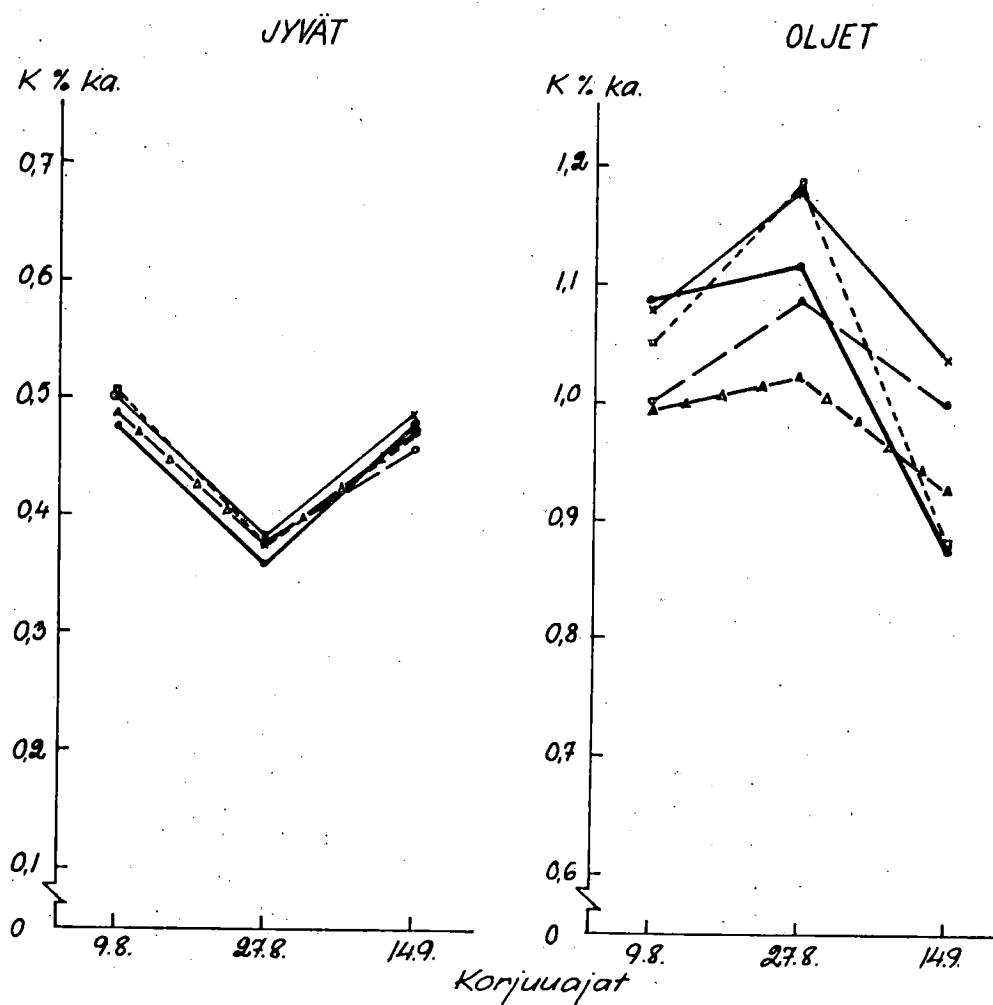
Kuva 2.3.1.: 1. Eri aikoina korjatun kevätvehnän tuhkapitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.



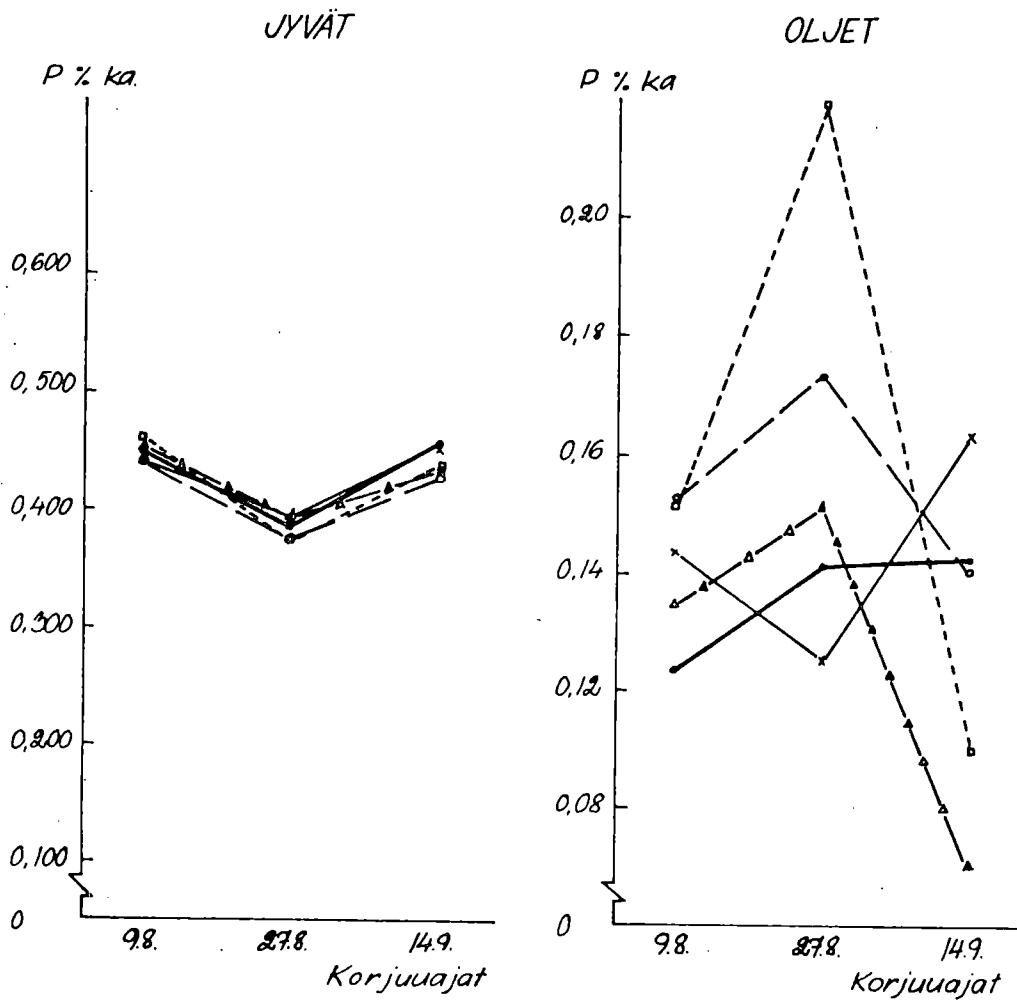
Kuva 2.3.1.: 2. Eri aikoina korjatun kevätvehnän piipitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.



Kuva 2.3.1.: 3. Eri aikoina korjatun kevätevehnän kalsiumpitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.



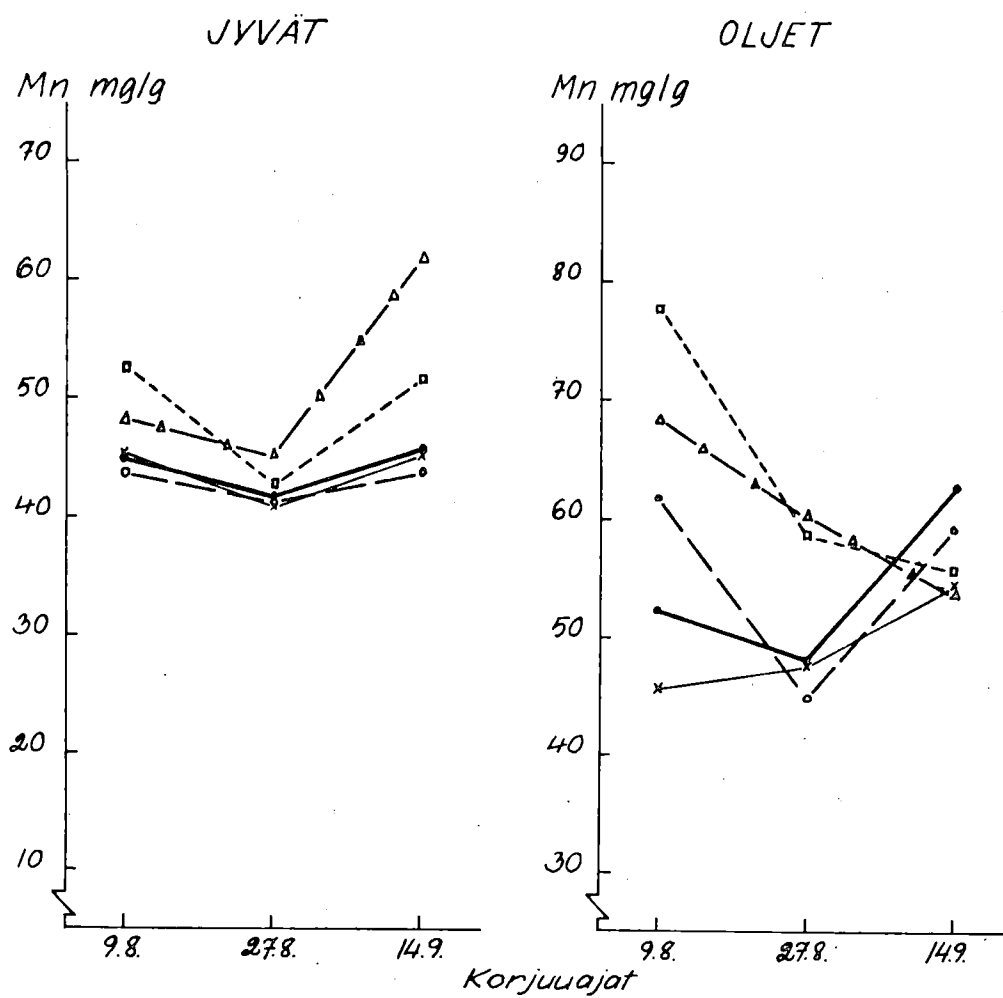
Kuva 2.3.1.: 4. Eri aikoina korjatun kevätvehnän kaliumpitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v.1974.



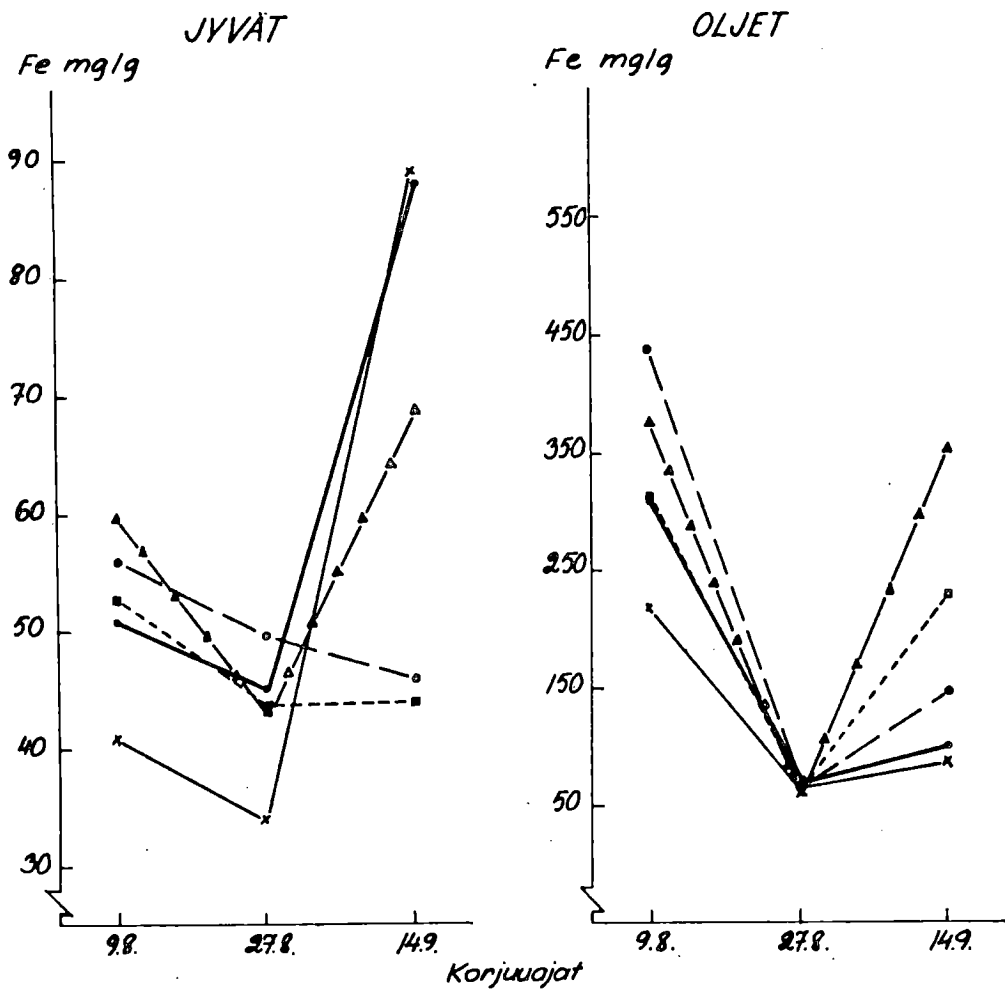
Kuva 2.3.1.: 5. Eri aikoina korjatun kevätvehnän fosforipitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.



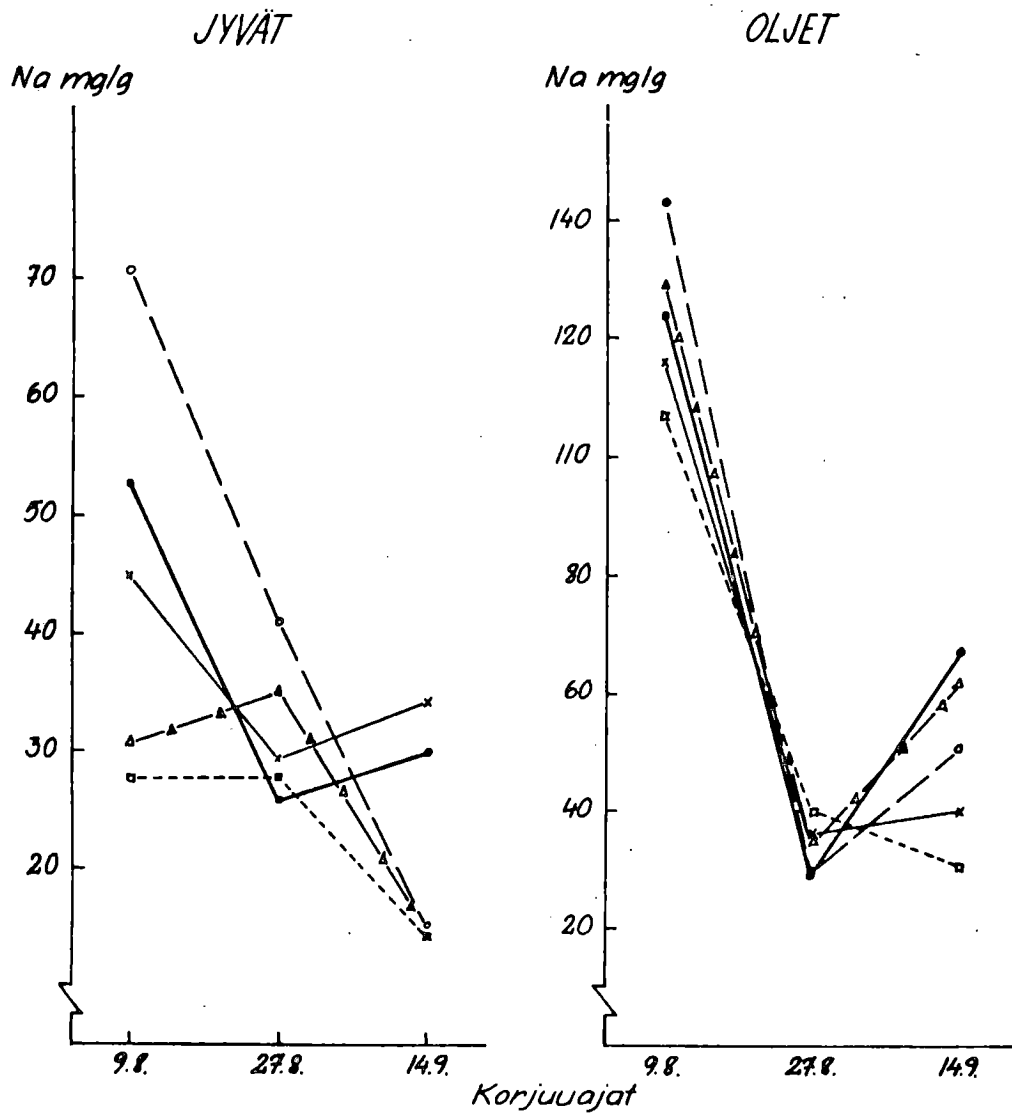




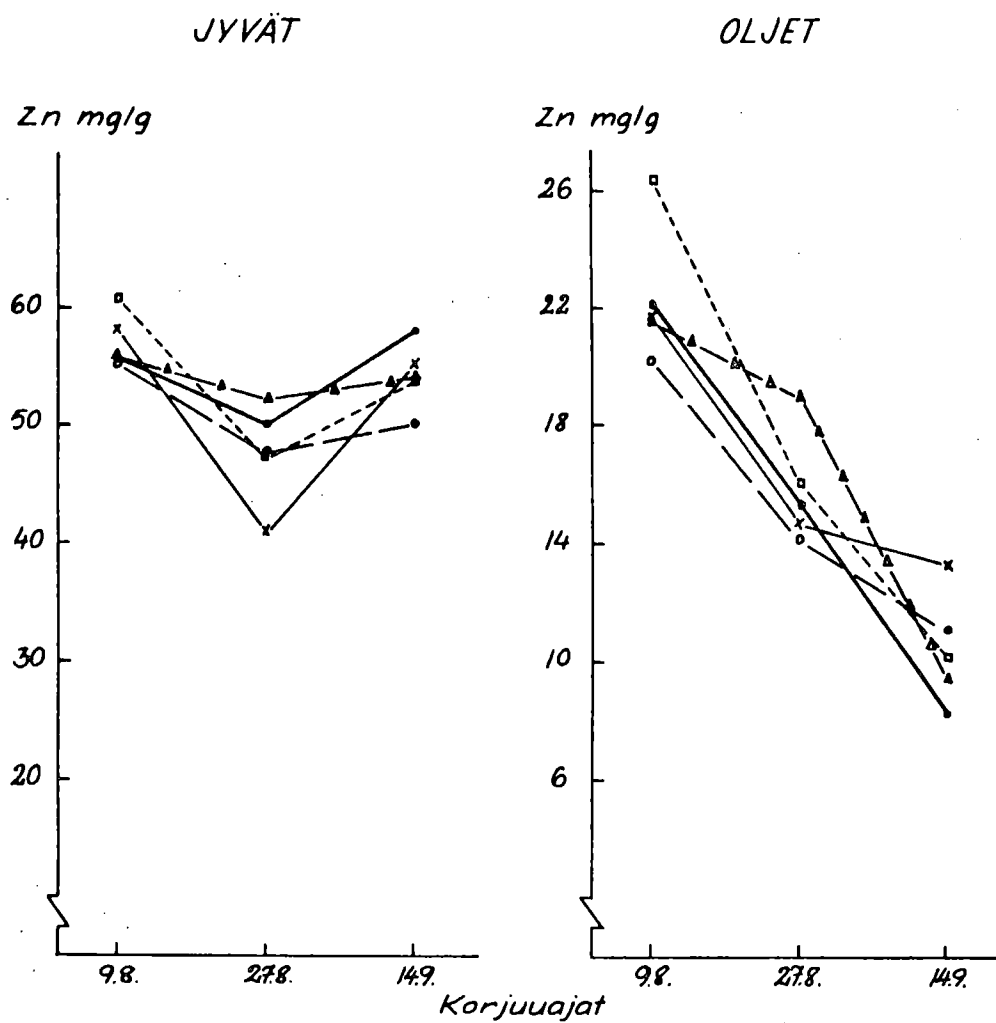
Kuva 2.3.1: 7. Eri aikoina korjatun kevätvehnän mangaanipitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.



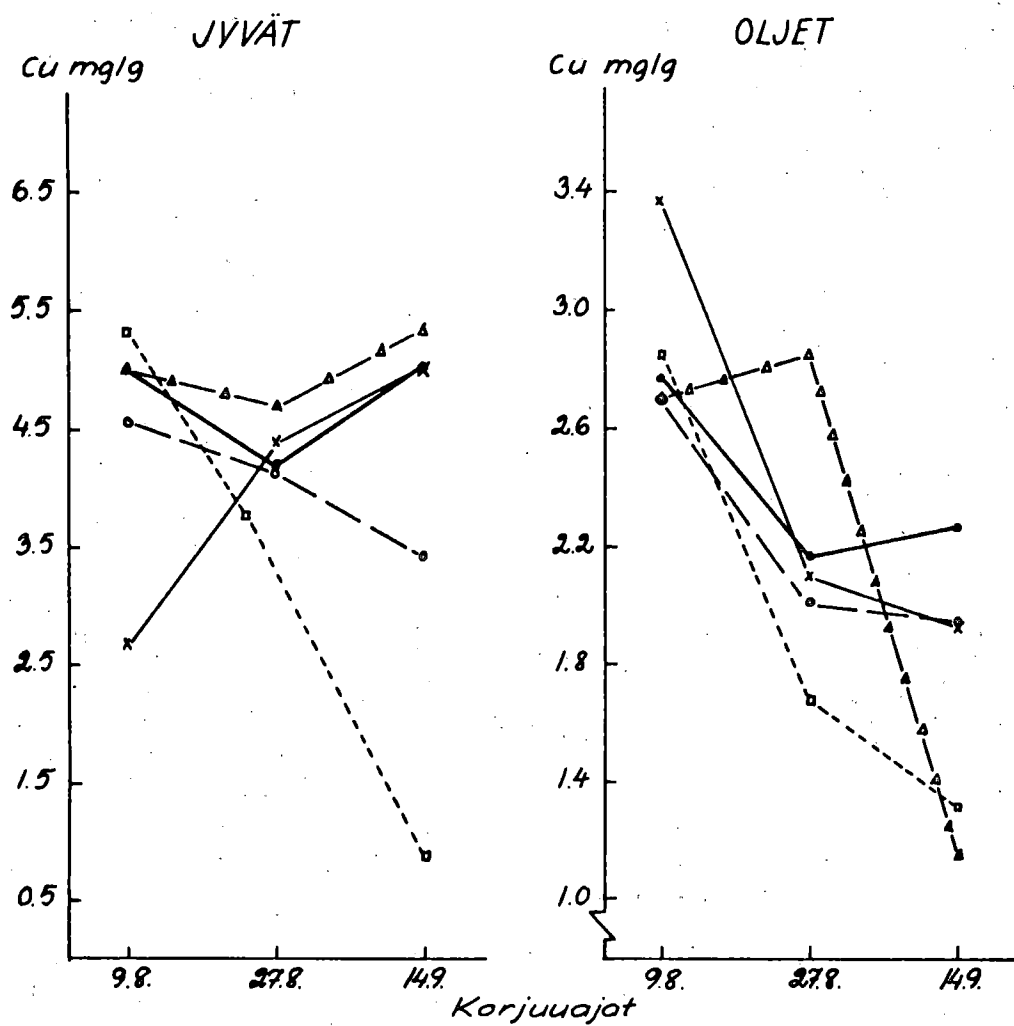
Kuva 2.3.1.: 8. Eri aikoina korjatun kevätvehnän rautapitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.



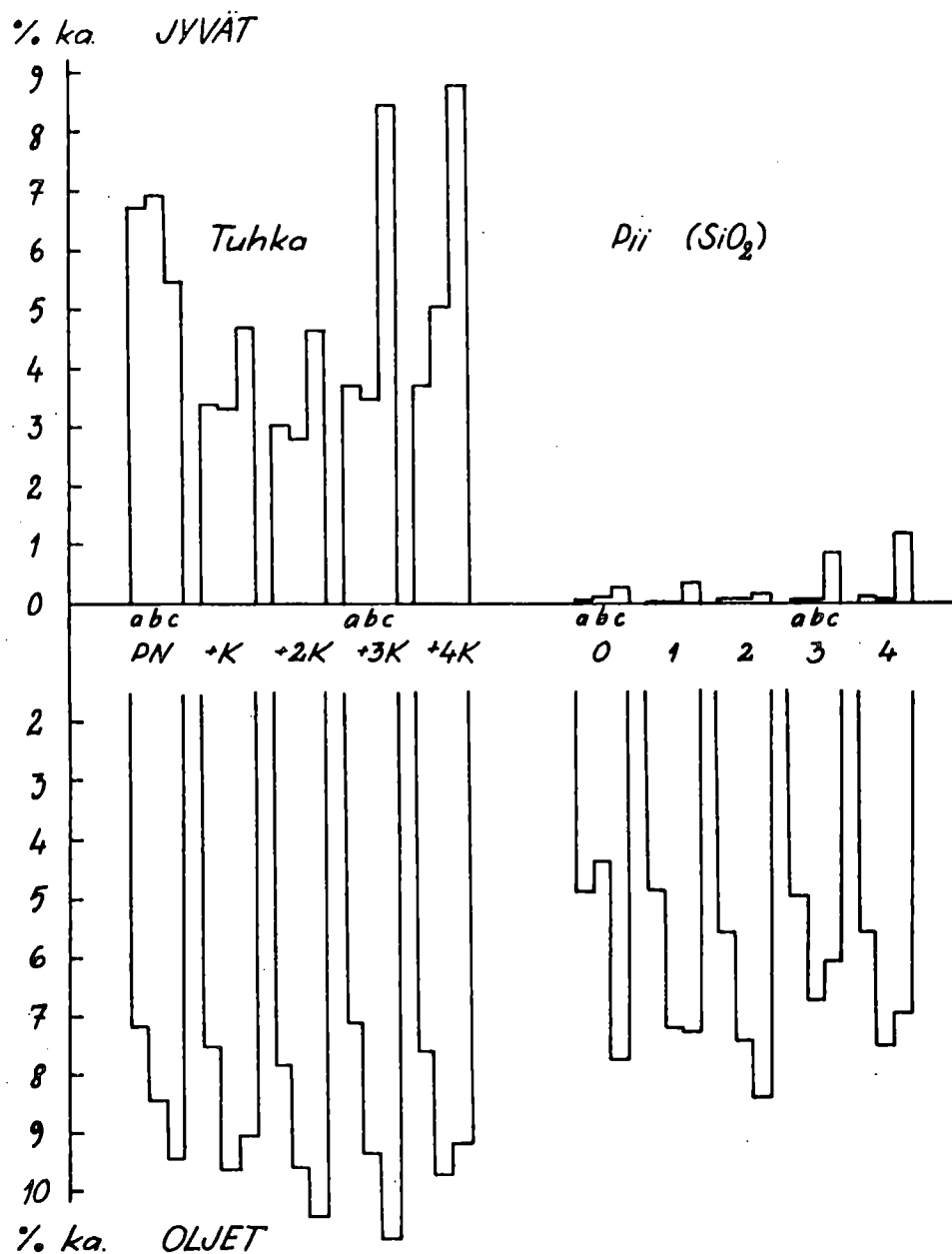
Kuva 2.3.1.: 9. Eri aikoina korjatun kevätvehnän natriumpitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.



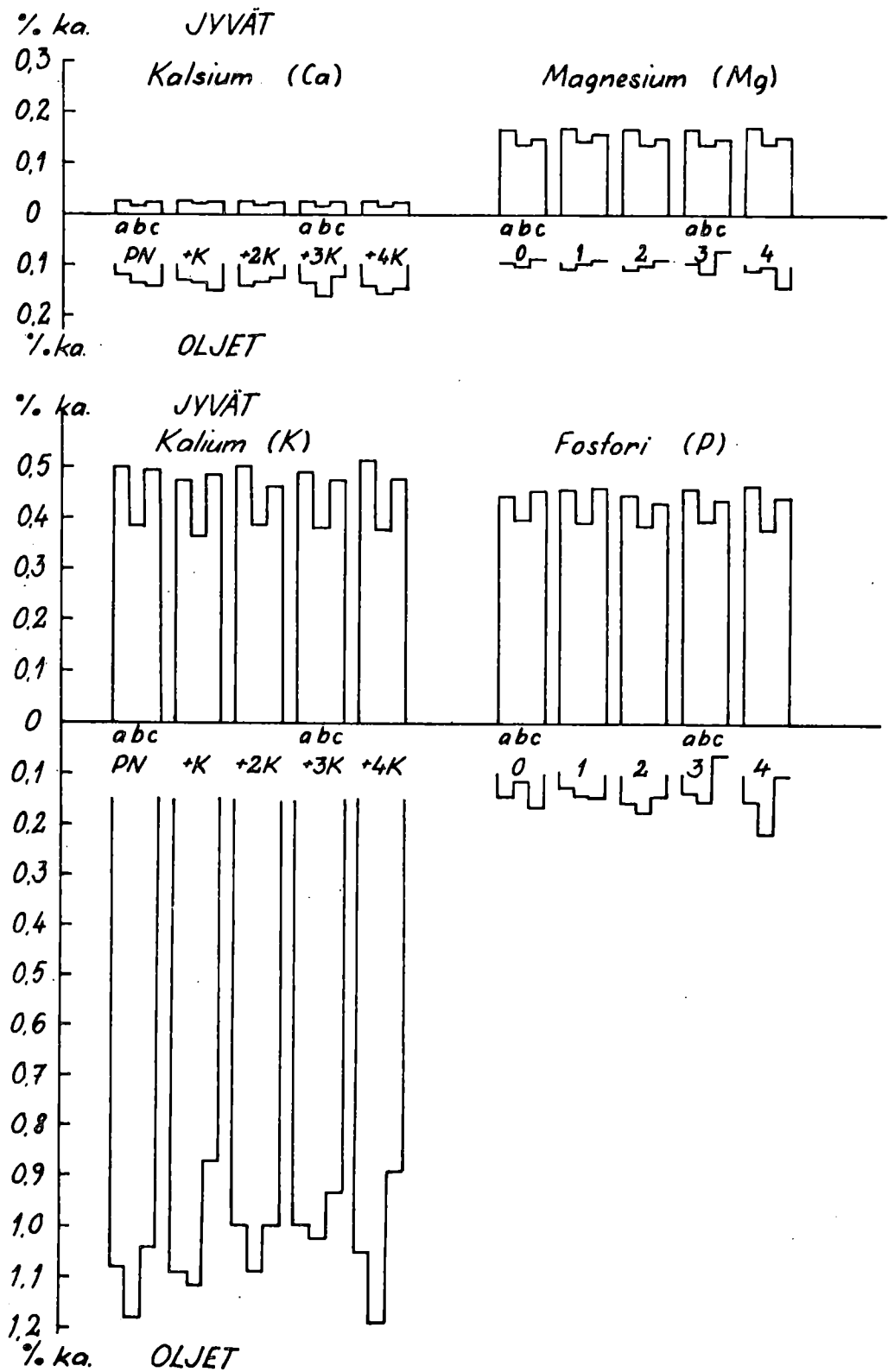
Kuva 2.3.1.: 10. Eri aikoina korjatun kevätvehnän sinkkipitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.



Kuva 2.3.1.: 11. Eri aikoina korjatun kevätvehnän kuparipitoisuus eräässä nousevien kaliummäärien kokeessa v. 1974.

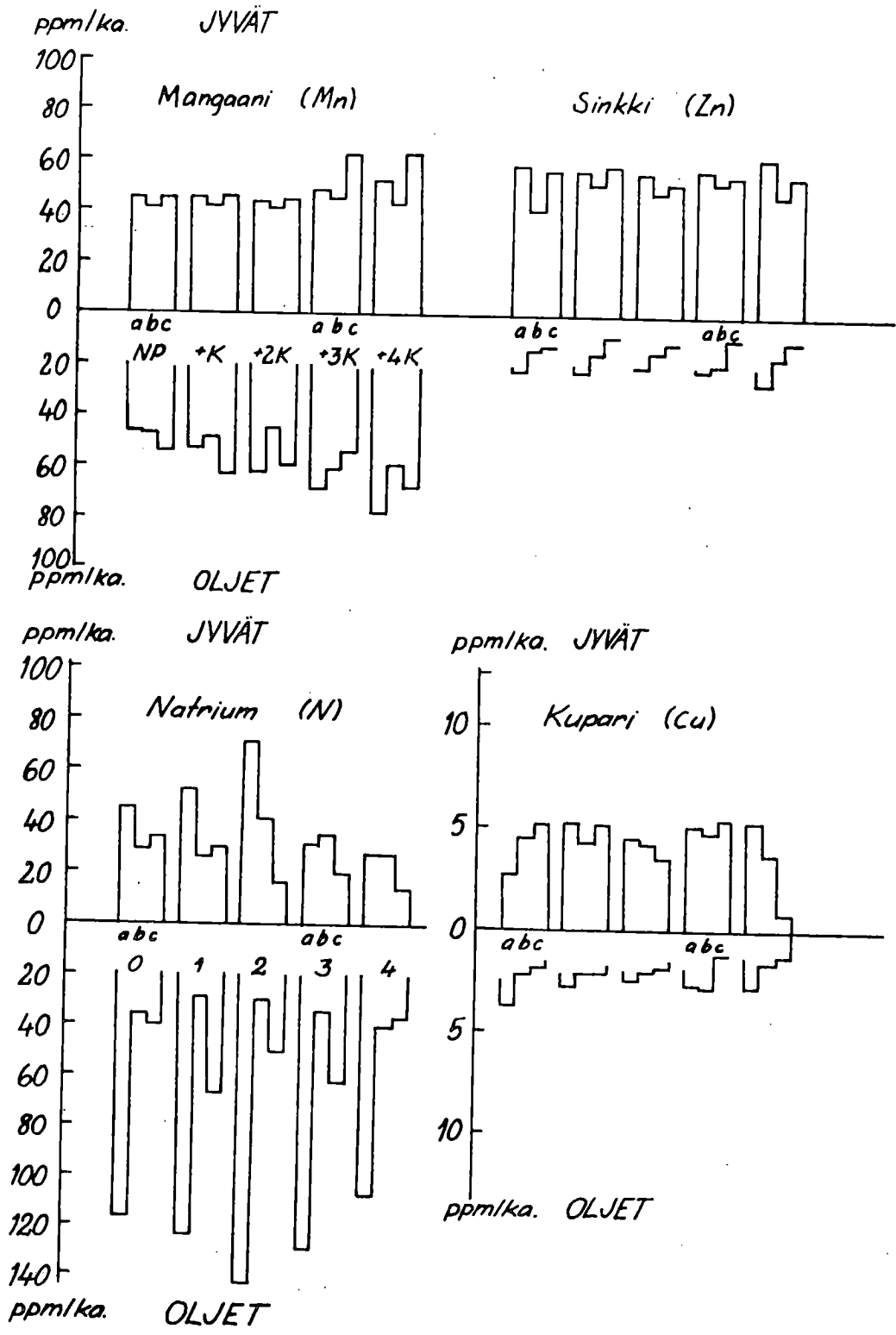


Kuva 2.3.2.: 1. Kevätvehnän kivennäisainepitoisuuksia kaliumin nousevien määrien kokeessa eri korjuuajoina v. 1974. (Kuvat 2.3.2:1-4)  
Korjuuajat: a) 9.8., b) 27.8., c) 14.9.

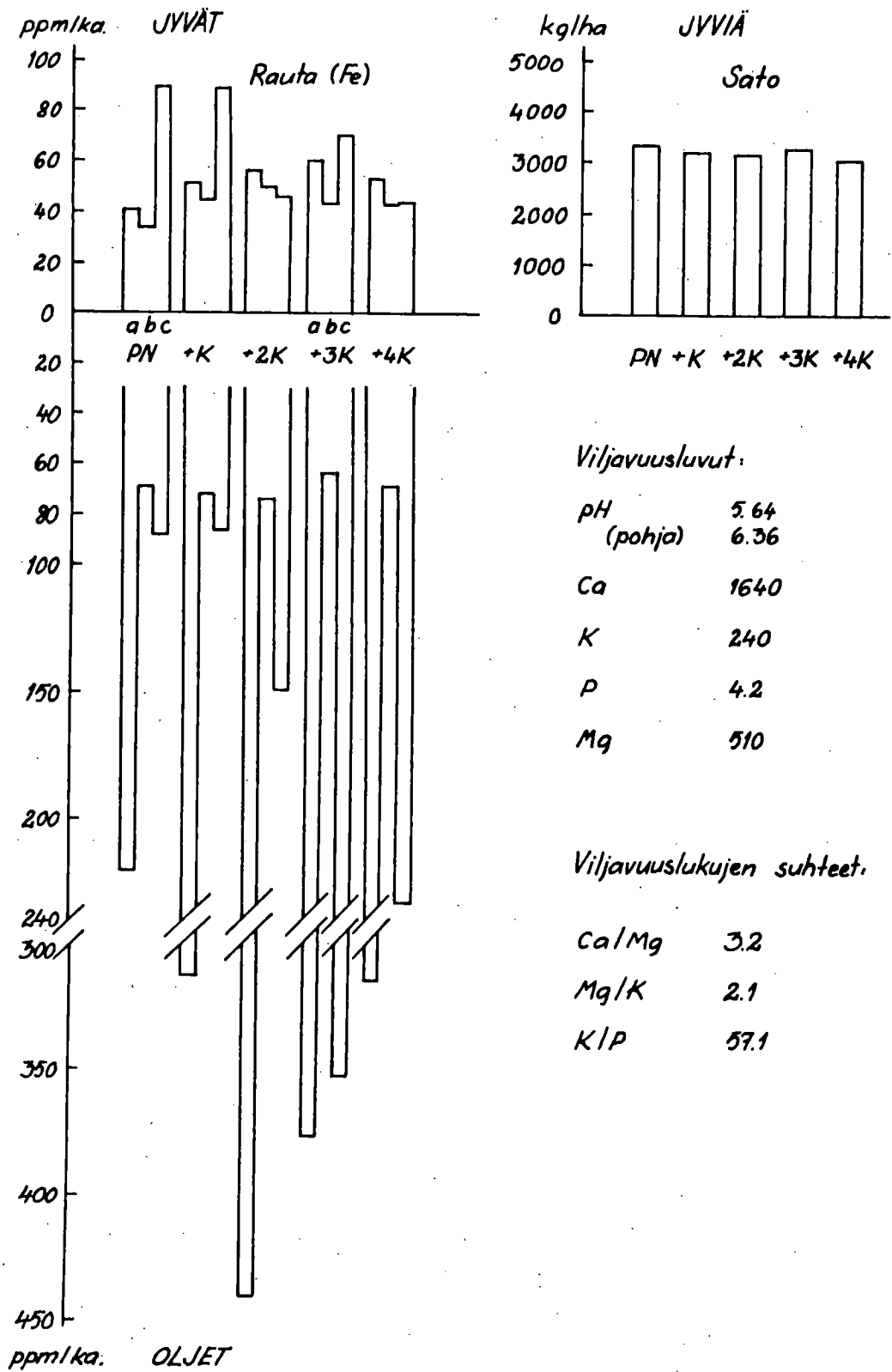


Kuva 2.3.2.: 2.

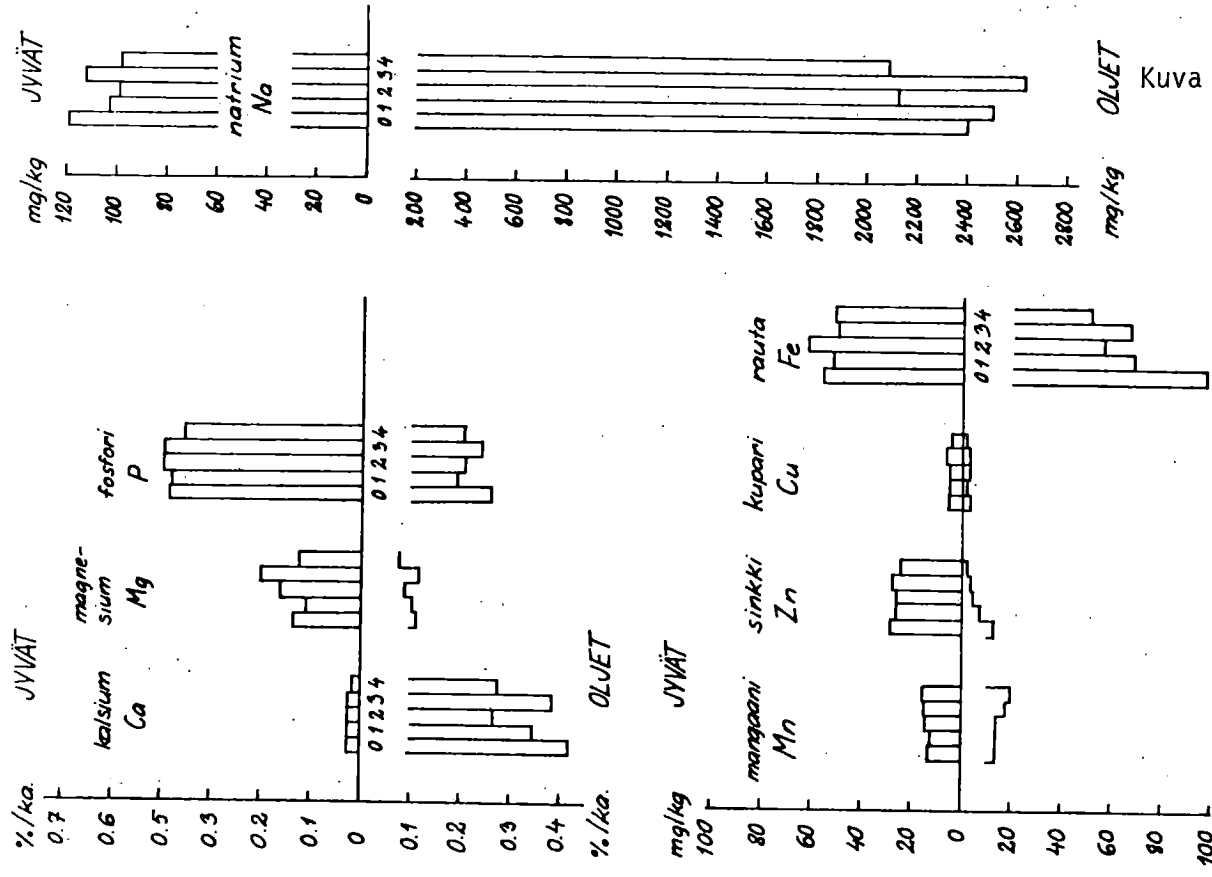




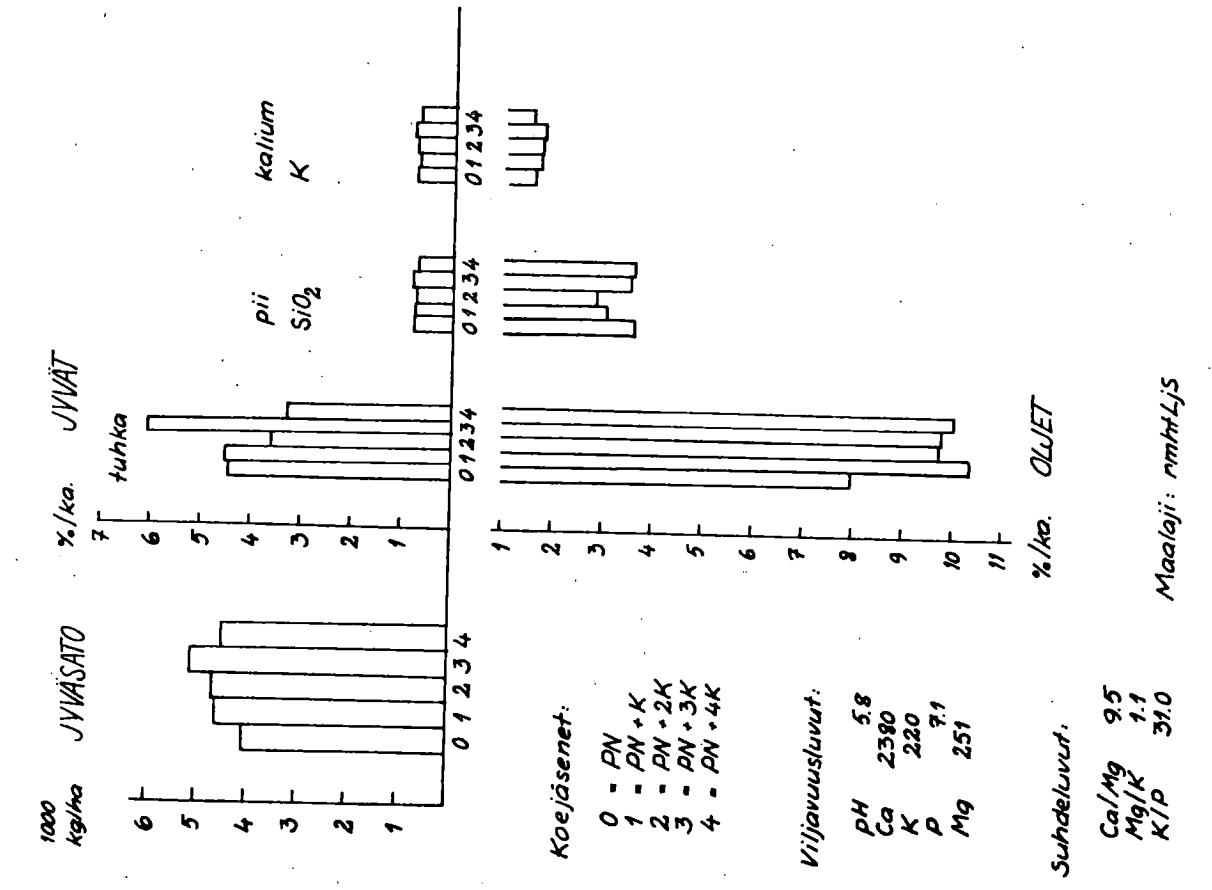
Kuva 2.3.2.: 3.



Kuva 2.3.2.: 4.



Kuva 2.4.1.: 1-2



Koejäsenet:

- 0 - PN
- 1 - PN + K
- 2 - PN + 2K
- 3 - PN + 3K
- 4 - PN + 4K

Viljavuusluvut:

pH	5.8
Ca	2380
K	220
P	7.1
Mg	251

Suhdeluvut:

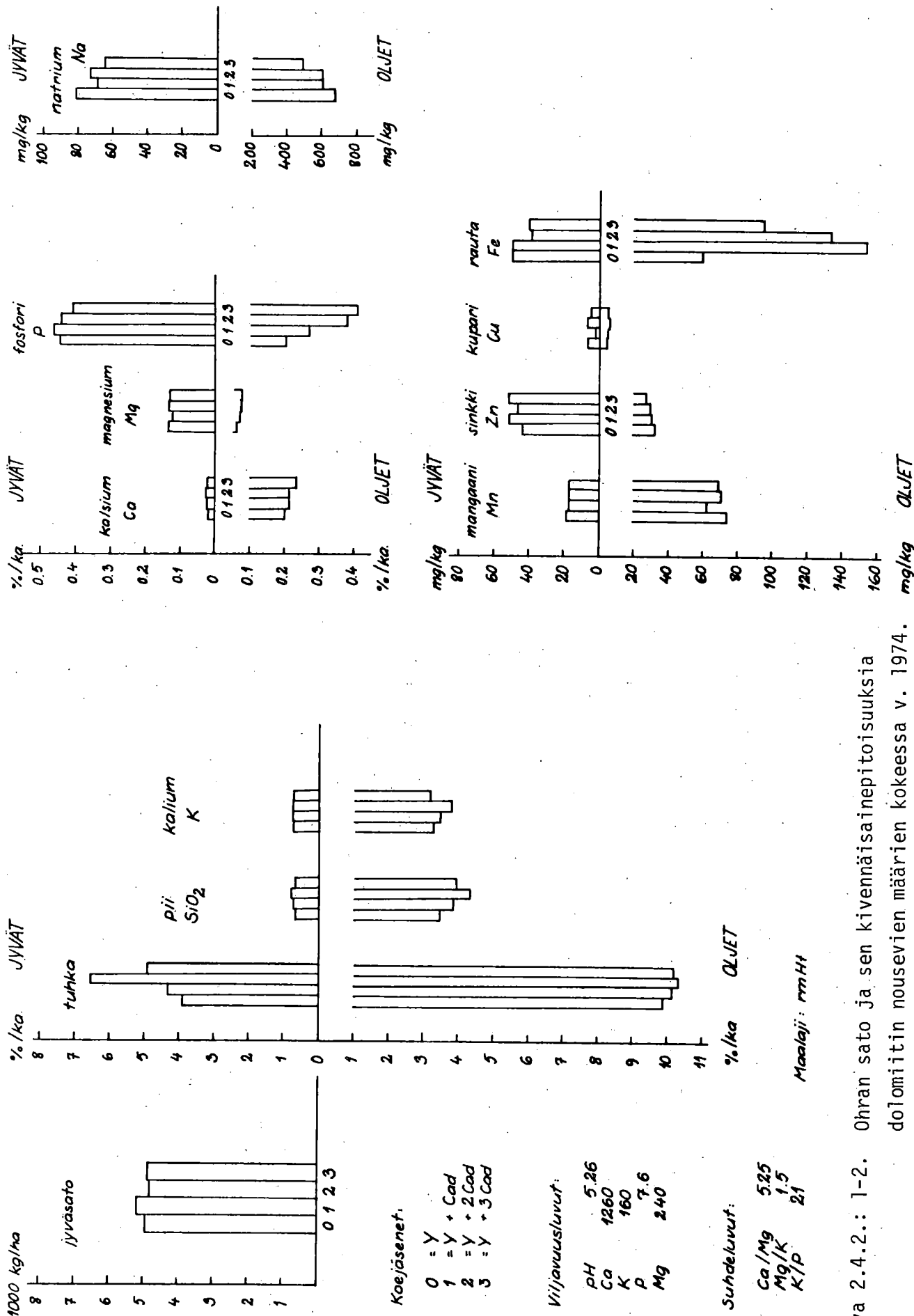
Ca/Mg	9.5
Mg/K	1.1
K/P	31.0

Maalaji: mmHLJS

Kuva 2.4.1.: 1-2. Ohran sato ja sen kivennäisainepitoisuuksia kaliumin nousevien määrien kokeessa v. 1974.

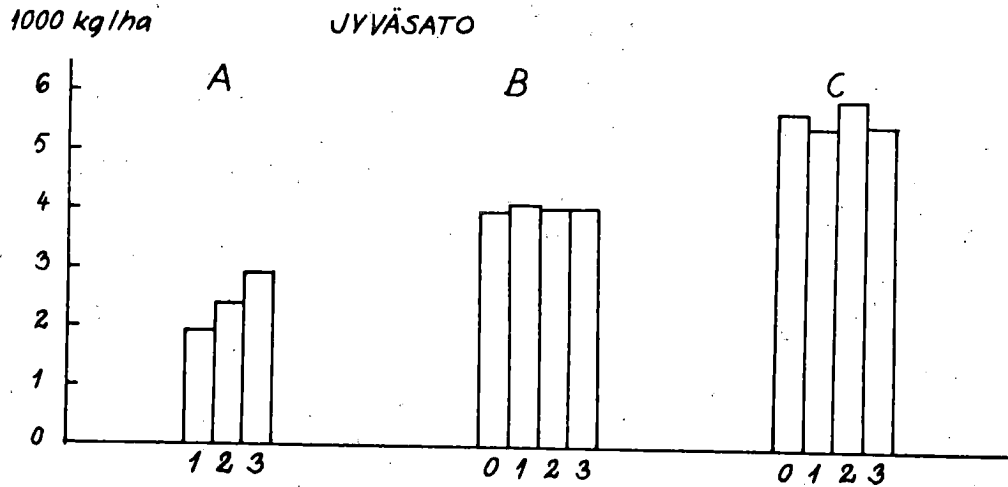
Kuva 2.4.1.: 2.

Kuva 2.4.2.: 1-2.



Kuva 2.4.2.: 2.

Kuva 2.4.2.: 1-2. Ohran sato ja sen kivennäisainepitoisuuksia dolomiitin nousevien määrien kokeessa v. 1974.



Koejäsenet:

0 = Y

1 = Y + Ca + Mg

2 = Y + 2(Ca + Mg)

3 = Y + 3(Ca + Mg)

Maalajit:

IjCt

KHt

Ht

Viljavuusluvut:

pH 3.01  
Ca 560  
K 25  
P 5.4  
Mg 150

6.38  
1540  
210  
18  
310

5.09  
800  
100  
9  
110

Suhdeluvut:

Ca/Mg 3.7  
Mg/K 6  
K/P 4.0

6.7  
1.9  
6.2

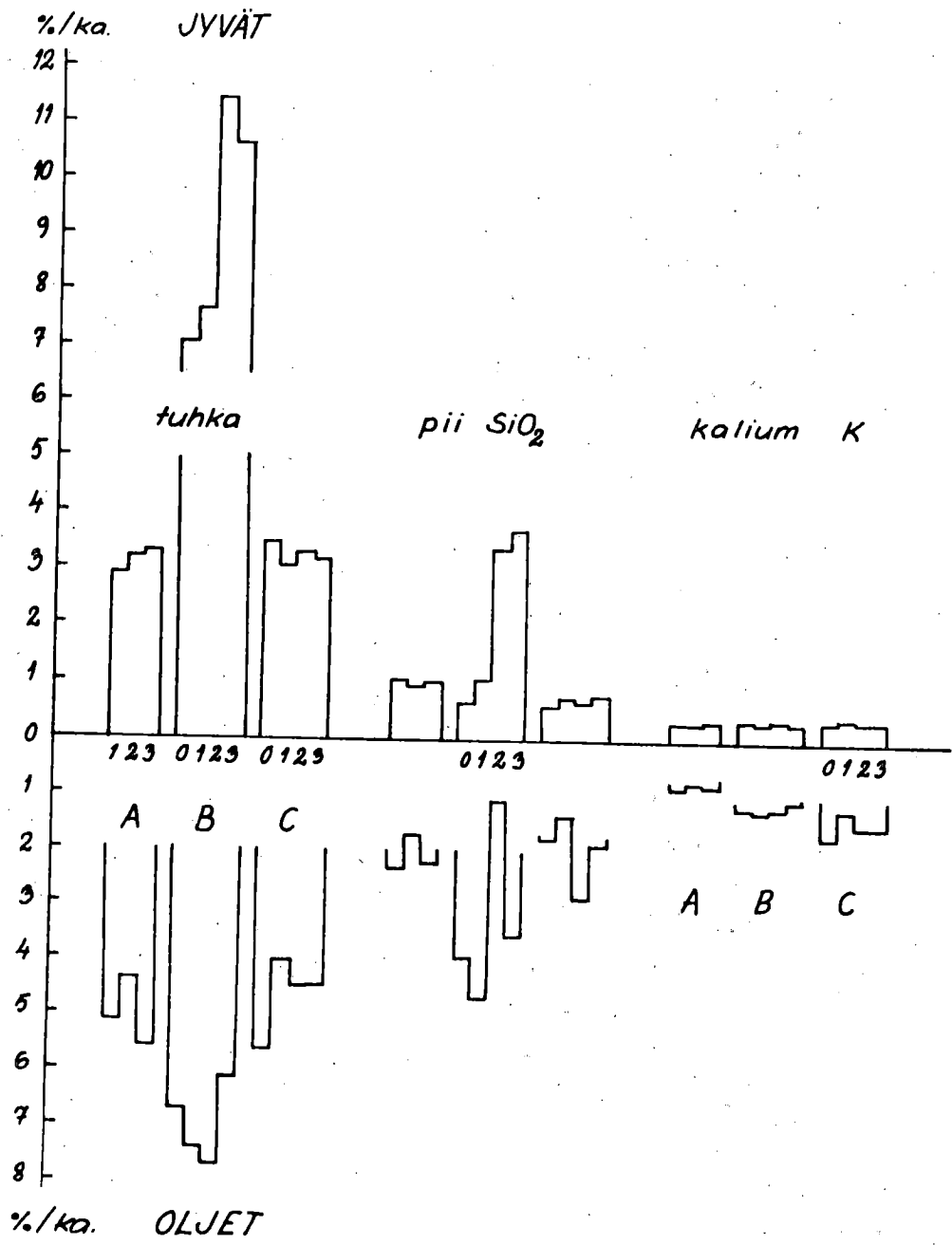
7.3  
1.1  
11.1

A

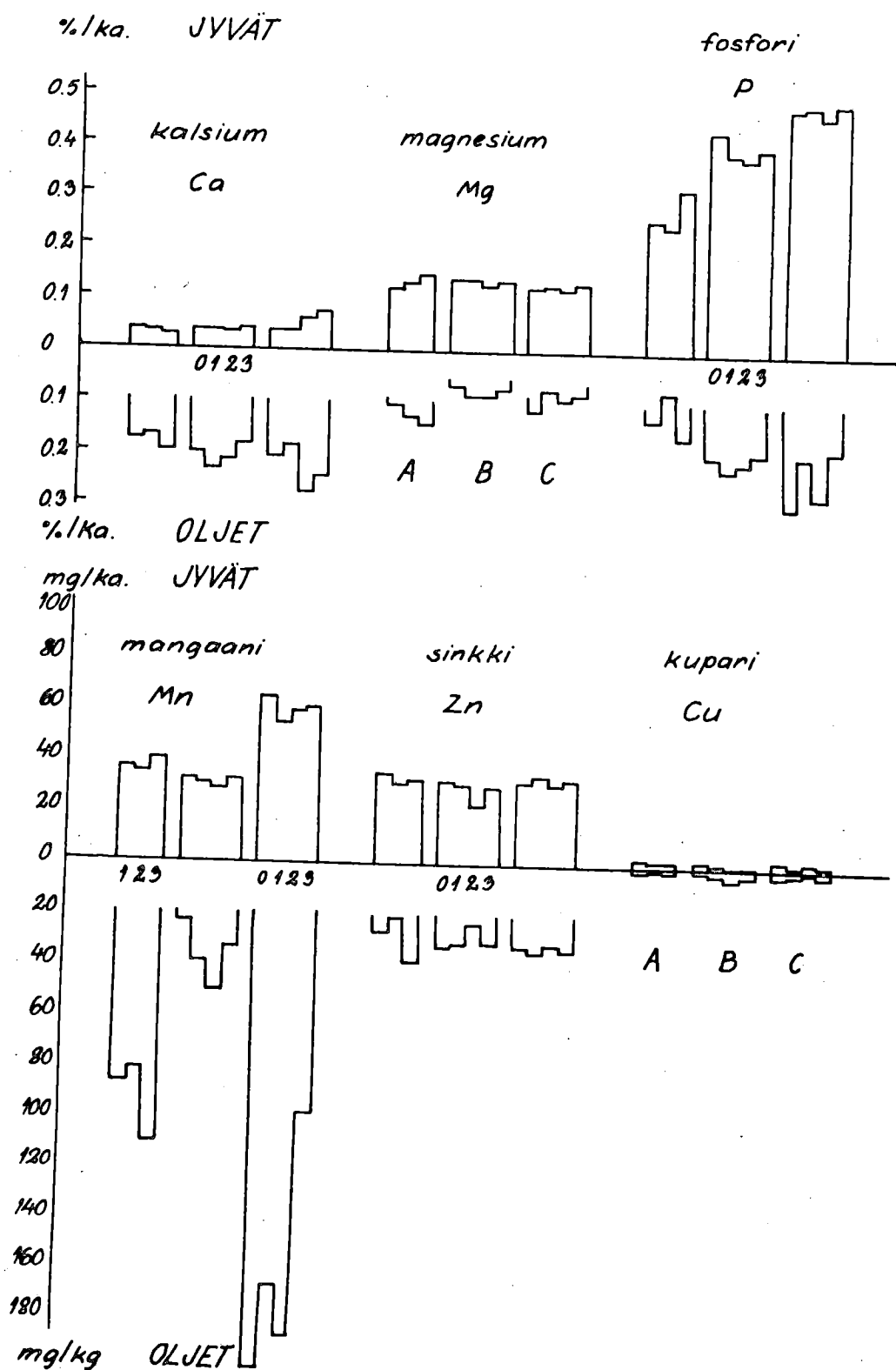
B

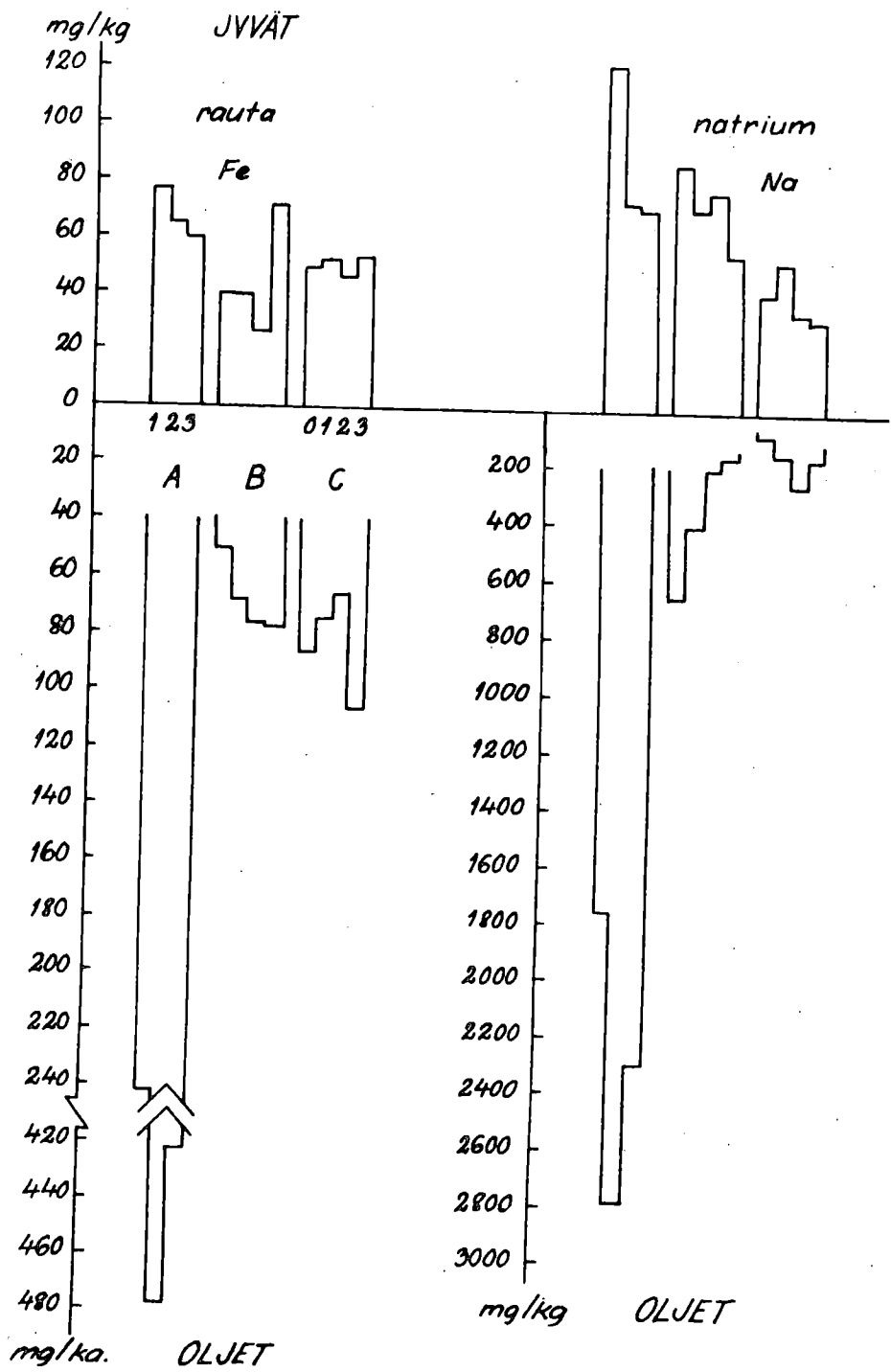
C

Kuva 2.5.1.: 1. Kauran sato ja sen kivennäisainepitoisuuksia dolomiitin nousevien määrien kokeissa A, B ja C v. 1974. (Kuvat 2.5.1:1-4)



Kuva 2.5.1.: 2.





Kuva 2.5.1.: 4.



